



## **TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 145501**

### **PERENCANAAN SISTEM SALURAN SEKUNDER DRAINASE TAMBAKSARI KOTA SURABAYA**

Fajar Guntur Saketi

NRP. 3112 030 136

Dosen Pembimbing :

Ir. Edy Sumirman, MT.

NIP. 19581212 198701 1 001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



## **TUGAS AKHIR TERAPAN – RC 145501**

### **PERENCANAAN SISTEM SALURAN SEKUNDER DRAINASE TAMBAKSARI KOTA SURABAYA**

Fajar Guntur Saketi

NRP. 3112030136

Dosen Pembimbing :

Ir. Edy Sumirman, MT.

NIP. 19581212 198701 1 001

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL**

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



## **FINAL PROJECT APPLIED – RC 145501**

### **PLANNING SYSTEM OF SECONDARY DRAINAGE CHANNELS TAMBAKSARI SURABAYA**

Fajar Guntur Saketi

NRP. 3112030136

Counsellor Lecturer :

Ir. Edy Sumirman, MT.

NIP. 19581212 198701 1 001

**DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM**

Faculty of Civil Engineering and Planning

Sepuluh Nopember Institute of Technology

Surabaya

2017

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SALURAN  
SEKUNDER TAMBAKSARI KOTA  
SURABAYA

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat  
memperoleh Gelar Ahli Madya

pada

Bidang Studi Bangunan Air  
Program Diploma III Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Surabaya, 26 Januari 2017

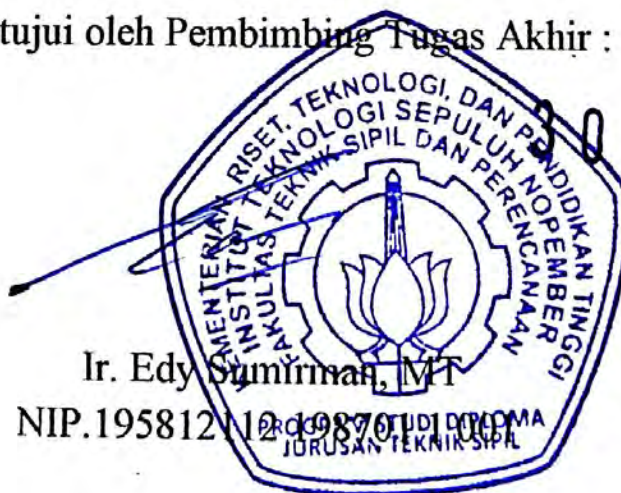
Disusun oleh :

Mahasiswa



Fajar Guntur Saketi  
NRP. 3112 030 136

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



Ir. Edy Sumirna, MT

NIP.19581211219870110000  
PROFESOR DIPL. III  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

30 JAN 2017



**BERITA ACARA**  
**TUGAS AKHIR TERAPAN**  
PROGRAM DIPLOMA TEKNIK SIPIL FTSP - ITS

No. Agenda :

PROGRAM DIPLOMA 3

Tanggal :  
09 Januari 2017

Judul Proyek Akhir

**Perencanaan Sistem Saluran Sekunder Drainase Tambaksari Kota Surabaya**

Nama Mahasiswa 1	Fajar Guntur Saketi	NRP	3112030136
Nama Mahasiswa 2		NRP	
Dosen Pembimbing 1	Ir. Edy Sumirman, MT NIP. 19581212 198701 1 001	Tandatangan	
Dosen Pembimbing 2		Tandatangan	

URAIAN REVISI

Dosen Penguji

- plotting muka air rencana pada gbr long section

Ir. Ismail Sa'ud, MMT.

NIP. 19600517 198903 1 002

- Cek MAB Tambak Waj
- Cek Pengendalian Bangun Sekunder Tambaksari
- Penempatan tabel dan grafik sesuai format (jika terdapat)

S. Kamilia Aziz, ST. MT.

NIP. 19771231 200604 2 001

Ir. Didik Harijanto, CES.

NIP. 19590329 198811 1 001

**PERSETUJUAN HASIL REVISI**

Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
Ir. Ismail Sa'ud, MMT.	S. Kamilia Aziz, ST. MT.	Ir. Didik Harijanto, CES.	Ir. Edy Sumirman, MT	
NIP. 19600517 198903 1 002	NIP. 19771231 200604 2 001	NIP. 19590329 198811 1 001	NIP. 19581212 198701 1 001	

## **PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SALURAN SEKUNDER TAMBAKSARI KOTA SURABAYA**

**Nama Mahasiswa** : Fajar Guntur Saketi  
**NRP** : 3112030136  
**Jurusan** : Diploma III Teknik Sipil FTSP ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Edy Sumirman, MT.

### **ABSTRAK**

Pada musim hujan genangan terjadi disebagian Kota Surabaya khususnya di kawasan Tambaksari. Pada saat curah hujan yang tinggi sering terjadi genangan pada badan jalan dan bangunan disekitarnya. Permasalahan banjir yang terjadi berasal dari permasalahan saluran sekunder drainase sehingga perlu direncanakan perencanaan drainase dan mengevaluasi kembali sistem drainase. Sistem drainase yang dievaluasi hanya pada saluran sekunder Tambaksari. Dimana yang dievaluasi meliputi dimensi saluran dan kapasitas saluran sekunder.

Tahapan perhitungan meliputi perhitungan intensitas hujan, perhitungan debit banjir rencana kemudian dibandingkan dengan kapasitas saluran yang ada. Perhitungan dimensi saluran rencana berdasarkan debit hujan rencana pada periode ulang 5 tahun dan tata guna lahan pada kawasan Tambaksari.

Berdasarkan hasil perhitungan antara debit rencana dengan debit saluran sekarang ada 11 s aluran yang terjadi genangan. Solusi untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan merencanakan kembali dimensi saluran sekunder sehingga tidak terjadi genangan baik di jalan raya maupun di pemukiman sekitar.

**Kata kunci:** *Genangan, Curah hujan, Kapasitas saluran, Dimensi, Banjir Tambaksari*

## **PLANNING SYSTEM OF SECONDARY DRAINAGE CHANNELS CITY SURABAYA TAMBAKSARI**

**Nama Mahasiswa : Fajar Guntur Saketi**  
**NRP : 3112030136**  
**Jurusan : Diploma III Teknik Sipil FTSP ITS**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Edy Sumirman, MT.**

### **ABSTRACT**

In the rainy season inundation occurred in part of the Surabaya city, especially in the area of Tambaksari. At the time of heavy rainfall often occur puddle on the road and surrounding buildings. The flooding problems that occurred came from the secondary channel drainage problems that need to be planned drainage planning and re-evaluate the drainage system. The drainage system is evaluated only the secondary channel Tambaksari. Where were evaluated include the dimensions of the channel and secondary channel capacity.

Stages calculation includes the calculation of the intensity of the rain, the calculation of flood discharge plan is then compared with the capacity of existing channels. Calculating the dimensions of channel plans based debit rain plan on a return period of 5 ye ars, and land use in the region Tambaksari.

Based on the calculation of the discharge plan with the discharge channels now there are 11 channels that occur puddle. Solutions to solve the problem is to re-plan the dimensions of secondary channels so that no puddles either on the highway or on nearby residents.

**Keywords:** *puddle, rainfall, channel capacity, Dimensions, Tambaksari flood.*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyusun Tugas Akhir Terapan, tak lupa shalawat serta salam yang selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, dan para sahabatnya.

Dalam penyusunan Tugas Akhir ini, Kami mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih pada :

1. Kedua Orang Tua dan saudara kami atas do'a dan dukungannya selama ini,
2. Dosen Wali yang telah berkenan menjadi pengganti Orang tua kami di Kampus,
3. Bapak Ir. Edy Sumirnsn, MT selaku dosen Pembimbing kami yang telah banyak membantu kami dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan,
4. Serta semua pihak yang telah membantu kami dalam penyelesaian Tugas Akhir Terapan yang tidak dapat kami sebut satu – persatu.

Akhir kata, kami menyadari bahwa penyusunan Tugas akhir ini masih banyak kekurangan untuk dapat mencapai kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran dari pembaca akan kami terima.

Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri khususnya dan pembaca pada umumnya, Amin.

Surabaya , Januari 2017

Penyusun



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.3 Batasan Masalah.....	1
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Lokasi.....	2
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>BAB III METODOLOGI</b> .....	7
3.1 Tahap Penyusunan.....	7
3.2 Persiapan.....	7
3.3 Survey Lapangan.....	7
3.4 Studi Literatur.....	7
3.5 Pengumpulan Data.....	7
3.6 Mengidentifikasi Permasalahan.....	8
3.6.1 Sistematika Penyelesaian Masalah.....	8
3.6.2 Analisa Hidrolika.....	26
3.7 Flow Chart.....	29
<b>BAB IV ANALISA DAN PERENCANAAN</b> .....	31
4.1. Analisa Debit Banjir Rencana.....	31
4.1.1. Data Curah Hujan.....	31
4.2 Analisa Frekuensi.....	32
4.2.1 Perhitungan Metode Distribusi Gumbel.....	33
4.2.2 Perhitungan Metode Distribusi Log Pearson Type III.....	40
4.3 Uji Kecocokan Distribusi Hujan.....	44
4.3.1 Uji Kecocokan Chi-Kuadrat.....	44
4.3.2 Uji Smirnov – Kolmogorov.....	47
4.4 Pemilihan Hujan Rencana.....	49

4.5 Analisis Waktu Konsentrasi.....	50
<b>4.5.1</b> Pehitungan $T_0$ .....	51
<b>4.5.2</b> Perhitungan $T_f$ .....	54
<b>4.5.3</b> Perhitungan $T_c$ .....	57
<b>4.6</b> Analisis Intensitas Hujan .....	60
<b>4.6.1</b> Intensitas Hujan Eksisting .....	61
<b>4.6.2</b> Intensitas Hujan Periode 2 Tahun .....	61
<b>4.6.3</b> Intensitas Hujan Periode 5 Tahun .....	63
<b>4.6.4</b> Perhitungan Debit rencana .....	65
<b>4.7</b> Analisis Hidrolika.....	69
<b>4.7.1</b> Perhitungan Full Bank Capacity.....	69
<b>4.7.2</b> Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting dengan Debit Rencana .....	75
<b>4.7.3</b> Penanganan Genangan .....	77
<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	87
5.1 Kesimpulan.....	87
5.2 Saran .....	87
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	89

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Hujan Kawasan Tambaksari .....	32
Tabel 4.2 Perhitungan Standart Deviasi .....	35
Tabel 4.3 Perhitungan Distribusi Frekuensi Metode Gumbel .....	37
Tabel 4.4 Perhitungan Faktor Frekuensi .....	39
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Menggunakan Metode Distribusi Gumbel .....	40
Tabel 4.6 Perhitungan Parameter Statistik Distribusi Log Pearson Type III .....	42
Tabel 4.7 Nilai K untuk Metode Distribusi Log Pearson Type III dengan Cs = -0,6009 .....	43
Tabel 4.8 Perhitungan Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Log Pearson Type III .....	43
Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Ck dan Cs Distribusi Frekuensi .....	44
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Chi Kuadrat untuk Metode Distribusi Log Pearson Type III.....	47
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov- Kolmogorov Log Pearson Type III.....	48
Tabel 4.12 Curah hujan rencana terpilih .....	50
Tabel 4.13 Perhitungan To tersier.....	52
Tabel 4.14 Perhitungan To tersier.....	53
Tabel 4.15 Perhitungan sekunder.....	53

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Daerah Tambaksari .....	2
Gambar 1. 2 Peta genangan Daerah Tambaksari Surabaya .....	3

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan pertumbuhan perkotaan yang sangat pesat di Indonesia, permasalahan mengenai air semakin meningkat pula. Pada umumnya permasalahan mengenai air yang tidak bisa dikendalikan akan menyebabkan bencana, contoh yang sering muncul adalah permasalahan tentang banjir dan genangan.

Permasalahan banjir seharusnya bisa diatasi jika sistem drainase diwilayah tersebut bisa direncanakan dengan baik dan benar. Terutama dikota-kota besar seperti Kota Surabaya. Maka dari itulah yang mendasarkan kami untuk membuat tugas akhir tentang sistem drainase dikota Surabaya khususnya diwilayah Tambaksari.

### **1.2 Rumusan Masalah**

- 1 Apakah penyebab terjadinya banjir di daerah Tambaksari?
- 2 Apakah salaruan drainase di Tambaksari bisa menampung air pada waktu intensitas hujan maksimum?
- 3 Bagaimana solusi untuk mengatasi permasalahan banjir di daerah tambaksari?

### **1.3 Batasan Masalah**

1. Wilayah Wilayah perencanaan sistem drainase sekunder adalah wilayah di kecamatan Tambaksari Surabaya.
2. Perencanaan saluran drainase hanya dibatasi pada saluran sekunder.
3. Analisa hidrologi dibatasi untuk periode ulang hujan 10 tahun.
4. Dimensi atau kapasitas saluran sekunder yang direncanakan dibatasi untuk menampung limpasan air hujan dan air buangan.
5. Perencanaan sistem drainase meliputi perhitungan dimensi saluran (sekunder), bangunan pelengkap jika diperlukan

### 1.4 Tujuan

- 1 Mencari penyebab terjadinya banjir di daerah Tambaksari.
- 2 Untuk mengetahui daya tampung saluran drainase di daerah Tambaksari.
- 3 Mencari solusi untuk mengatasi banjir di daerah Tambaksari.

### 1.5 Manfaat

1. Dapat mengetahui masalah banjir di Daerah Tambaksari.  
Dapat mencari solusi dalam mengurangi genangan banjir di Daerah Tambaksari
2. Dapat mengetahui masalah banjir di Daerah Tambaksari.
3. Dapat mencari solusi dalam mengurangi genangan banjir di Daerah Tambaksar

### 1.6 Lokasi

Lokasi studi ini terletak di Tambaksari kota Surabaya seperti terlihat pada gambar 1.1



Gambar 1. 1 Peta Lokasi Daerah Tambaksari

Lokasi genangan di daerah Tambaksari seperti terlihat pada gambar 1.2



Gambar 1. 2 Peta genangan Daerah Tambaksari Surabaya

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Untuk Tugas Akhir berjudul “PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SALURAN SEKUNDER di TAMBAK SARI KOTA SURABAYA”, dari penelusuran yang kami dapat dari pencarian buku atau tugas akhir yang membahas tentang drainase di Daerah Tambaksari dan sistem drainase Tambak Wedi:

1. “PERENCANAAN ULANG SISTEM DRAINASE di KECAMATAN TAMBAK SARI” karya Herdianita.  
Kesimpulan dari Tautan ini:
  - Penyebab banjir di Tambaksari Surabaya sebagian besar adalah karena adanya sedimentasi pada saluran sebagian karena kapasitas saluran yang kurang memadai.
  - Pada saluran Kali Judan dan Kapas Madya II diperlukan perubahan disain saluran dengan menambah lebar saluran, sedangkan saluran Tambaksari perlu menambah kedalaman saluran.
2. “STUDI SISTEM DRAINASE TAMBAK WEDI SURABAYA” karya Mayda Citra.

Kesimpulan dari Tautan ini:

- Penyebab banjir yang terjadi di sub-sistem Tambak Wedi dan Pegirian ini adalah penurunan kapasitas saluran akibat penyempitan dan pengendapan / sedimentasi baik dikarenakan oleh banyaknya sedimen ataupun dimensi saluran yang kurang lebar selain dimensi saluran yang kurang lebar dibandingkan dengan debit yang harus dialirkan ( $Q \text{ Rencana} < Q \text{ saluran}$ )
- Sebagian besar saluran sekunder pada sub sistem Tambak Wedi dan Pegirian tidak mampu menampung aliran dari curah hujan 2 dan 5 tahunan.

- Pada daerah Tambak Wedi terdapat dua buah rumah pompa yang memompa air dari saluran donorejo dan simolawang menuju saluran simowonosari. Dari perhitungan sebelumnya dapat dilihat bahwa pompa pada saluran Donoeho dan Simolawang tidak mampu melayani limpasan air yang ada. Untuk perencanaan pompa baru di saluran Donorejo di tambahkan 1 buah pompa dengan kapasitas masing – masing pompa sebesar 0,6 m<sup>3</sup>/s. Untuk perencanaan pompa baru di saluran Simolawang di gunakan 3 buah pompa dengan kapasitas masing – masing pompa sebesar 2,8 m<sup>3</sup>/s.

Dari sumber : Surabaya Drainage Master Plan Wilayah pada sistem drainase Tambak Wedi ini terdiri dari dua sub sistem drainase dengan dua saluran primer yaitu Saluran Pegirikan dan saluran Tambak Wedi Daerah Tambak Wedi mempunyai daerah tangkapan air 1.678.40 ha, dilayani saluran sekunder dan primer yang cukup besar serta ditunjang adanya dua rumah pompa. Namun kenyataannya masih mengalami genangan di beberapa tempat. Sehingga diperlukan tinjauan kembali mengenai kemampuan dari sistem tersebut untuk menampung hujan yang ada. Sebagian besar saluran sekunder pada sub sistem Tambak Wedi dan Pegirian tidak mampu menampung aliran dari curah hujan 2 dan 5 tahunan. Maka untuk itu perlu adanya pendimensian ulang.

## **BAB III METODOLOGI**

### **1.1 Tahap Penyusunan**

Tahap persiapan sangat penting karena pada tahap ini akan dirancang tahapan-tahapan berikutnya. Pada tahap persiapan ini diurus surat menyurat untuk mendapatkan data yang dibutuhkan dalam penyusunan tugas akhir.

### **3.2 Persiapan**

Persiapan ini sangat penting dilakukan yang meliputi pihak mana yang dapat dihubungi terkait dengan keperluan kami dalam penyusunan proyek akhir ini.

### **3.3 Survey Lapangan**

Melakukan peninjauan di lapangan untuk mengetahui keadaan eksisting saluran drainase yang nantinya digunakan untuk menentukan keputusan yang akan diambil sehubungan dengan judul tugas akhir.

### **3.4 Studi Literatur**

Mempelajari teori-teori yang bersangkutan dengan tugas akhir berjudul “Perencanaan Sistem Saluran Drainase Sekunder di Daerah Tmbaksari”.

### **3.5 Pengumpulan Data**

Data-data yang menunjang dan digunakan dalam pengamatan sebagai berikut:

1. Peta kontur
2. Peta *catchment area*
3. Peta lokasi
4. Data eksisting saluran
5. Data hidrologi
6. Data genangan
7. Data hujan.



### 3.6 Mengidentifikasi Permasalahan

Dari data yang sudah didapatkan, maka secara tidak langsung sudah diketahui sebab permasalahannya. Dari sebab dugaan sementara tersebut, maka dapat direncanakan langkah-langkah yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan dengan menggunakan solusi-solusi yang didasarkan pada teori-teori dan literatur.

#### 3.6.1 Sistematika Penyelesaian Masalah

Penyusunan penyelesaian masalah berdasarkan sistem pengendalian banjir yaitu:

##### 3.6.1.1 Analisis Tinggi Hujan

Data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan merupakan hujan yang terjadi pada satu titik saja. Untuk perhitungan hidrologi dibutuhkan data hujan pada kawasan yang ditinjau, sehingga memerlukan satu atau beberapa stasiun hujan. Ada tiga cara yang umum digunakan untuk mengubah data hujan tersebut, yaitu: rata-rata Aljabar, Poligon Thiessen, dan Ishoyet. (*Suripin, 2003: 26*)

- Rata-rata Aljabar

Merupakan metode yang paling sederhana dalam perhitungan hujan kawasan. Cara ini cocok untuk kawasan dengan topografi datar, alat penakar tersebar merata atau hampir merata, dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan:

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n}$$

Dimana:

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = Curah hujan tercatat di stasiun hujan  
 $n$  = Banyaknya stasiun hujan

- Metode Poligon Thiessen

Cara ini memberikan proporsi luasan daerah stasiun hujan untuk mengakomodasi ketidakseragaman jarak. Diasumsikan bahwa variasi hujan antar stasiun yang satu dengan yang lainnya adalah linier dan bahwa sembarang pos dianggap dapat mewakili kawasan terdekat.

Hasil metode poligon Thiessen lebih akurat dibanding dengan metode rata-rata aljabar. Cara ini cocok untuk daerah dengan luas 500-5.000 km<sup>2</sup>, dan jumlah stasiun hujan terbatas dibanding luasnya. Hujan rata-rata DAS dapat dihitung dengan persamaan: (*Suripin, 2003: 27-28*)

$$\bar{P} = \frac{P_1 A_1 + P_2 A_2 + \dots + P_n A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Dengan:

$P_1, P_2, \dots, P_n$  = Curah hujan tercatat di stasiun hujan

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas areal poligon

$n$  = Banyaknya stasiun hujan

- Metode Ishoyet

Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Cara ini memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap stasiun hujan. Metode ini cocok digunakan untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5.000 km<sup>2</sup>. Hujan rata-rata dapat diperoleh dari persamaan: (*Suripin, 2003: 30*)

$$P = \frac{\sum \left[ A \left( \frac{P_1 + P_2}{2} \right) \right]}{\sum A}$$

Dengan:

$P_1, P_2, \dots$  = Curah hujan tercatat di stasiun hujan

$A$  = Luas areal

### 3.6.1.2 Parameter Dasar Statistik

Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien *skewness* (kecondongan atau kemencengan). Berikut ini setiap jenis distribusi atau sebaran mempunyai statistik yang terdiri dari:

- Nilai Rata-rata Tinggi Hujan

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dengan mengambil harga rata-rata yang dihitung dari penakaran pada penakar hujan dalam area tersebut. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (*Triatmodjo, 2008: 203*):

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Dengan:

$\bar{X}$  = Tinggi rata-rata hujan (mm)

$X_i$  = Variabel random (mm)

$n$  = Jumlah data

- Standart Deviasi

Standart deviasi dapat digunakan untuk mengetahui variabilitas dari distribusi. Semakin besar standart deviasiya, semakin besar penyebaran dari distribusi. Nilai standart deviasi dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (*Triatmodjo, 2008: 204-205*):

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

Dengan:

$S$  = Standart Deviasi

$\bar{X}$  = Nilai curah hujan rata-rata (mm)

$X_i$  = Variabel random (mm)

$n$  = Jumlah data

- Koefisien Varian

Koefisien varian adalah nilai perbandingan antara standar deviasi dan nilai rata-rata, yang mempunyai persamaan: (Triatmodjo, 2008: 204-205)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

Dengan:

$Cv$  = Koefisien varian

$S$  = Standart deviasi

$\bar{X}$  = Nilai curah hujan rata-rata (mm)

- Koefisien Kemencengan

Koefisien kemencengan (*skewness*) dapat digunakan untuk mengetahui derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi. Koefisien kemencengan dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Triatmodjo, 2008: 205-206):

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \times S^3} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

Dengan:

$Cs$  = Koefisien Skewness

$S$  = Standart Deviasi

$\bar{X}$  = Nilai curah hujan rata-rata (mm)

$X_i$  = Variabel random (mm)

$n$  = Jumlah data

- Koefisien Keruncingan

Koefisien Kurtosis digunakan untuk menentukan keruncingan kurva distribusi yang pada umumnya dibandingkan dengan distribusi normal. Koefisien keruncingan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Triatmodjo, 2008: 206):

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \times S^4} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4$$

Dengan:

$C_k$  = Koefisien Kurtosis

$S$  = Standart Deviasi

$\bar{X}$  = Nilai curah hujan rata-rata (mm)

$X_i$  = Variabel random (mm)

$n$  = Jumlah data

Perhitungan curah hujan rencana dapat dihitung dengan menggunakan beberapa metode antara lain adalah Distribusi Gumbel, dan Distribusi Log Person Type III. Adapun sifat-sifat khas parameter statistik dari masing-masing distribusi teoritis dapat dilihat pada tabel 3.2

Tabel 3.1 Parameter statistik yang menentukan distribusi

Distribusi	Parameter statistik	Syarat Nilai
Gumbel	Cs	Cs = 1.14
	Ck	Ck = 5.4
Log Pearson III	Cs	bebas
	Ck	bebas

(Sumber: Triatmodjo, 2008: 250)

### 3.6.1.3 Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan

Analisa distribusi frekuensi curah hujan adalah analisis mengenai pengulangan suatu kejadian untuk menetapkan besarnya hujan atau debit periode ulang tertentu dengan menggunakan metode perhitungan statistik, atau dengan kata lain sebelum menentukan distribusi yang akan digunakan dalam menghitung hujan rencana maka perlu dilakukan analisis distribusi.

Analisis dilakukan untuk memperkirakan besarnya tinggi debit hujan rencana dengan periode ulang yang sudah ditentukan. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang yang akan digunakan tergantung dari fungsi saluran dan luas daerah pelayanan, ada 2 metode yang dapat digunakan yaitu:

#### 1. Metode Distribusi Gumbel

- Menghitung nilai rata-rata (mean)

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

- Perumusan Metode Gumbel:

$$X_t = \bar{X} + (K \times S)$$

- Faktor probabilitas k untuk harga ekstrim Gumbel dapat dihitung dengan rumus:

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

Dengan:

$Y_n$  = *Reduce mean* tergantung jumlah sampel (harga  $Y_n$  dapat dilihat pada tabel 3.4)

$S_n$  = *Reduce standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel (harga  $S_n$  dapat dilihat pada tabel 3.3)

$Y_t$  = *Reduce variate*, mempunyai nilai yang berbeda setiap periode ulang

#### 2. Metode Distribusi Log Person Type III

Metode Log Person Type III didasarkan pada perubahan data yang ada dalam bentuk logaritma. Distribusi ini digunakan karena fleksibilitasnya (*Suripin, 2003: 41*). Langkah-langkah untuk menghitung besarnya probabilitas hujan rencana dengan periode ulang 1 tahun dengan Metode Log Pearson Type III sebagai berikut (*Suripin, 2003: 42*):

- Ubah data  $X = \log X$
- Menghitung nilai rata-rata (mean)

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X}{n}$$

- Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \overline{\log X})^2}{n - 1}}$$

- Persamaan Metode Log Pearson III

$$\log X_t = \overline{\log X} + K \times S$$

Dengan:

$X_i$  = Nilai varian ke-i

$\overline{X}$  = Nilai rata-rata

$n$  = Jumlah data

$S$  = Standart Deviasi



Tabel 3.2 Daftar Harga Sn

N	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0,949	33	1,123	56	1,170	79	1,193
11	0,967	34	1,126	57	1,171	80	1,194
12	0,983	35	1,129	58	1,172	81	1,195
13	0,997	36	1,131	59	1,173	82	1,195
14	1,010	37	1,134	60	1,175	83	1,196
15	1,021	38	1,136	61	1,176	84	1,197
16	1,032	39	1,139	62	1,177	85	1,197
17	1,041	40	1,141	63	1,178	86	1,198
18	1,049	41	1,144	64	1,179	87	1,199
19	1,057	42	1,146	65	1,180	88	1,199
20	1,063	43	1,148	66	1,181	89	1,200
21	1,070	44	1,150	67	1,182	90	1,201
22	1,075	45	1,152	68	1,183	91	1,201
23	1,081	46	1,154	69	1,184	92	1,202
24	1,086	47	1,156	70	1,185	93	1,203
25	1,092	48	1,157	71	1,186	94	1,203
26	1,096	49	1,159	72	1,187	95	1,204
27	1,100	50	1,161	73	1,188	96	1,204
28	1,105	51	1,162	74	1,189	97	1,205
29	1,109	52	1,164	75	1,190	98	1,206
30	1,112	53	1,166	76	1,191	99	1,206
31	1,116	54	1,167	77	1,192	100	1,207
32	1,119	55	1,168	78	1,192		

(Sumber: Triatmodjo,  
2008:227)

Tabel 3.4 Daftar Harga Yn

n	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn
10	0,4952	33	0,5388	56	0,5508	79	0,5567
11	0,4996	34	0,5396	57	0,5511	80	0,5569
12	0,5035	35	0,5402	58	0,5515	81	0,5570
13	0,5070	36	0,5410	59	0,5518	82	0,5572
14	0,5100	37	0,5418	60	0,5521	83	0,5574
15	0,5128	38	0,5424	61	0,5524	84	0,5576
16	0,5157	39	0,5430	62	0,5527	85	0,5578
17	0,5181	40	0,5439	63	0,5530	86	0,5580
18	0,5202	41	0,5442	64	0,5533	87	0,5581
19	0,5220	42	0,5448	65	0,5535	88	0,5583
20	0,5236	43	0,5453	66	0,5538	89	0,5585
21	0,5252	44	0,5458	67	0,5540	90	0,5586
22	0,5268	45	0,5463	68	0,5543	91	0,5587
23	0,5283	46	0,5468	69	0,5545	92	0,5589
24	0,5296	47	0,5473	70	0,5548	93	0,5591
25	0,5309	48	0,5477	71	0,5550	94	0,5592
26	0,5320	49	0,5481	72	0,5552	95	0,5593
27	0,5332	50	0,5485	73	0,5555	96	0,5595
28	0,5343	51	0,5489	74	0,5557	97	0,5596
29	0,5353	52	0,5493	75	0,5559	98	0,5598
30	0,5362	53	0,5497	76	0,5561	99	0,5599
31	0,5371	54	0,5501	77	0,5563	100	0,5600
32	0,5380	55	0,5504	78	0,5565		

(Sumber: Triatmojo, 2008: 227)

Tabel 3.3 Nilai K untuk Distribusi Log Pearson III

Cs	Tahun (Periode ulang)							
	1,01	1,25	2	5	10	25	50	100
3	-0,667	-0,636	-0,393	0,42	1,18	2.278	3.152	4.051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,46	1,21	2.275	3.114	3.973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1.238	2.267	3.071	3.889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1.262	2.256	3.023	3,8
2,2	-0,905	-7,52	-0,33	0,574	1.284	2,24	2,97	3.705
2	-0,99	-0,777	-0,307	0,609	1.302	2.219	2.192	3.605
1,8	-1.087	-0,799	-0,282	0,643	1.318	2.193	2.848	3.499
1,6	-1.197	-0,817	-0,254	0,675	1.329	2.163	2,78	3,388
1,4	-1.318	-0,832	-0,225	0,705	1.337	2.128	2.706	3.271
1,2	-1.449	-0,844	-0,195	0,732	1,34	2.087	2.626	3.149
1	-1.588	-0,852	-0,164	0,758	1,34	2.043	2.542	3.022
0,8	-1.733	-0,856	-0,132	0,78	1.336	1.993	2.453	2.891
0,6	-1,88	-0,857	-0,099	0,8	1.328	1.939	2.453	2.755
0,4	-2.029	-0,855	-0,066	0,816	1.317	1,88	2.261	2.615
0,2	-2.178	-0,85	-0,033	0,83	1.301	1.818	2.051	2.472
0	-2.326	-0,842	0	0,842	1.282	1.751	1.945	2.326
-0,2	-2.472	-0,83	0,033	0,85	1.258	1,68	1.945	2.178
-0,4	-2.615	-0,816	0,066	0,855	1.231	1.606	1.834	2.029
-0,6	-2.755	-0,8	0,099	0,857	1,2	1.528	1,72	1,88
-0,8	-2.891	-0,78	0,132	0,856	1.166	1.448	1.606	1.733
-1	-3.022	-0,758	0,164	0,852	1.128	1.366	1.492	1.588
-1,2	-2.149	-0,752	0,195	0,844	1.086	1.282	1.379	1.499
-1,4	-2.271	-0,705	0,225	0,832	1.041	1.198	1.198	1.318
-1,6	-2.388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1.116	1.166	1.197

(Sumber: Triatmodjo, 2008: 232)

### 3.6.1.4 Uji Kecocokan Distribusi Frekuensi Curah Hujan Rencana

Untuk menentukan Uji Kecocokan distribusi dari sampel data terhadap fungsi distribusi teoritis yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi empiris, diperlukan pengujian secara statistik. Untuk menetapkan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Ada 2 jenis uji kecocokan yaitu uji kecocokan Chi-Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov.

#### 1. Uji Chi-kuadrat

Uji Chi-Kuadrat digunakan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih dapat mewakili distribusi sampel data yang dianalisis.

Parameter yang digunakan untuk pengambilan keputusan uji ini adalah  $\chi^2$ , sehingga disebut Uji Chi-Kuadrat Parameter  $\chi^2$  dapat dihitung dengan rumus (*Suripin, 2003: 57*):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dengan:

$\chi^2$  = Parameter Chi Kuadrat terhitung

G = Jumlah sub kelompok

$O_i$  = Jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

$E_i$  = Jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Proses perhitungan Chi-Kuadrat dapat dilakukan sebagai berikut:

- Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya),
- Kelompokkan data menjadi G sub-grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan,
- Jumlahkan data pengamatan sebesar  $O_i$  tiap-tiap sub-grup,

- Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar  $E_i$ ,
- Pada tiap sub-grup hitung nilai:  
 $(O_i - E_i)^2$  dan  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
- Jumlah seluruh  $G$  sub-grup nilai  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  untuk menentukan Chi-Kuadrat hitung,
- Tentukan derajat kebebasan  $dk = G - R - 1$  (nilai  $R=2$  untuk distribusi normal dan binominal).

Tabel 3.4 Nilai-nilai chi-kuadrat

DK	Tarf Signifikasi					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
1	0,445	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635
2	1,366	2,408	3,219	4,605	5,991	9,210
3	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,341
4	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277
5	4,351	6,056	7,289	9,236	11,070	15,086
6	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812
7	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475
8	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	20,090
9	8,343	10,656	12,242	14,686	16,919	21,666
10	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,309
11	10,341	12,899	14,631	17,275	19,675	24,725
12	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217
13	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688
14	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141
15	14,339	17,332	19,311	23,307	24,996	30,578

(Sumber: Triatmodjo, 2008: 240)

## 2. Uji Smirnov–Kolmogorov

Uji Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non parametrik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Prosedur uji Smirnov-Kolmogorov adalah:

- a. Urutkan data pengamatan (dari data terbesar sampai data yang terkecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang masing-masing data tersebut:

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$P(X_n) = \frac{m}{n-1} \text{ dan } P(X <) = 1 - P(X_i)$$

Dengan:

$P(x)$  = Peluang

$m$  = Nomor urut kejadian

$n$  = Jumlah data

- b. Tentukan masing-masing peluang teoritis dan hasil penggambaran data (persamaan distribusi):

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$F(t) = \frac{x - \bar{X}}{Sd} \text{ dan } P'(X_i) = 1 - P'(X <)$$

Dengan:

$P'(X_m)$  = Peluang teoritis yang terjadi pada nomor ke- $n$

$X$  = Curah hujan harian

$\bar{X}$  = Curah hujan rata-rata

$F(t)$  = Distribusi normal standart

- c. Tentukan selisih terbesar dari peluang pengamatan dengan peluang teoritis dari kedua nilai peluang tersebut:

$$D_{\max} = [P(X_m) - P'(X_m)]$$

- d. Tentukan nilai  $D_0$  berdasarkan tabel kritis Smirnov-Kolmogorov .

Intrepresentasi hasilnya adalah:

- Apabila  $D_{\max} < D_0$  distribusi yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima.
- Apabila  $D_{\max} > D_0$  maka distribusi teoritis yang digunakan adalah untuk menentukan persamaan ditribusi tidak diterima.

Nilai  $D_0$  dapat dilihat pada tabel 3.7

Persamaan garis yang umum digunakan untuk Smirnov-Kolmogorov adalah:

$$X = \bar{X} + k \times S$$

Dengan:

$X$  = Hujan rencana

$\bar{X}$  = Hujan rata-rata

$k$  = Faktor distribusi

$S$  = Standart deviasi

Tabel 3.5 Nilai  $D_0$  untuk uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat kepercayaan ( $\alpha$ )			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29

(Sumber: Suripin, 2003: 59)

### 3.6.1.5 Perhitungan Debit Rencana

Dalam merencanakan bangunan air misalnya: bendungan, *spillway*, *flood control*, drainase, dan lain sebagainya. Perlu memperkirakan debit terbesar yang mungkin terjadi dalam suatu periode tertentu dari saluran sungai atau saluran yang biasa disebut debit rencana. Periode ulang adalah periode tertentu dimana kemungkinan akan banjir rencana berulang. Perhitungan debit rencana untuk saluran drainase kota dilakukan berdasarkan hujan harian maksimum yang terjadi pada periode ulang tertentu. Berdasarkan aliran sungai ditentukan dari besarnya hujan turun atau tertentu identitas hujan, luas area hujan, lama waktu hujan, dan luas sungai, juga ciri-ciri daerah alirannya.

#### 1. Metode Rasional

Metode rasional yang digunakan untuk menghitung debit banjir rencana, apabila data hujan yang digunakan untuk data aliran sungai tidak mencukupi. Persamaan yang digunakan (Suripin, 2003: 82):

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

Dengan:

Q = Debit puncak (m<sup>3</sup>/det)

C = Koefisien pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

- Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien Pengaliran merupakan hasil perbandingan antara jumlah hujan yang mengalir sebagai limpasan diatas permukaan tertentu dan tertangkap dititik yang ditinjau, dengan jumlah hujan yang jatuh ke bumi/curah hujan. (Sosrodarsono: 1987)

Untuk menentukan harga koefisien pengaliran dihitung dengan rumus sebagai berikut: (Subarkah, 1980: 51)



$$C_{gab} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i C_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

Dengan:

$C_{gab}$  = Koefisien pengaliran rata-rata

$A_i$  = Luas masing-masing tata guna lahan

$C_i$  = Koefisien pengaliran masing-masing tata guna lahan

$N$  = Banyaknya jenis penggunaan tanah dalam pengaliran

Besarnya koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 3.8 dan 3.9.

✓ Intensitas Hujan ( $I_t$ )

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. (*Suripin, 2003: 66*)

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

Dengan:

$I_t$  = Intensitas hujan dalam 1 jam (mm/jam)

$R_{24}$  = Curah hujan efektif dalam 1 jam

$T_c$  = Waktu konsentasi

✓ Waktu Konsentrasi ( $T_c$ )

Waktu konsentasi DAS adalah waktu yang diperlukan oleh butiran air untuk bergerak dari titik jatuh pada daerah pengaliran ke titik tinjauan. Jadi waktu konsentrasi ( $T_c$ ) adalah penjumlahan dari waktu yang diperlukan oleh air hujan untuk mengalir pada permukaan tanah menuju saluran

terdekat ( $T_0$ ) dan waktu untuk mengalir di dalam saluran ke suatu tempat yang ditinjau ( $T_f$ ).

$$T_c = T_0 + T_f$$

Dengan:

$T_c$  = Waktu konsentrasi

$T_f$  = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang channel flowing (jam)

$T_0$  = Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan hingga mencapai outlet (jam)

Untuk mencari harga  $T_0$  dan  $T_f$  dipakai rumus:

- Rumus Kirpich

$$T_0 = 0,0195 \times \left( \frac{L_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77}$$

Dengan :

$L_0$  = Jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau

$I_0$  = Kemiringan rata-rata permukaan tanah ke saluran yang ditinjau

- Rumus Dr. Rizha

$$T_f = \frac{L}{V}$$

Dengan:

$L$  = Panjang saluran (m)

$V$  = Kecepatan di dalam saluran (m/det)

Tabel 3.6 Koefisien Pengaliran (C)

Deskripsi Lahan/Karakter Permukaan	Koefisien C
<b>BISNIS</b>	
Perkotaan	0,70 - 0,95
Pinggiran	0,60 - 0,70
<b>PERUMAHAN</b>	
Rumah tunggal	0,30 - 0,50
Multiunit terpisah	0,40 - 0,60
Multiunit tergabung	0,60 - 0,75
Perkampungan	0,25 - 0,40
Apartemen	0,50 - 0,70
<b>INDUSTRI</b>	
Ringan	0,50 - 0,80
Berat	0,60 - 0,90
<b>PERKERASAN</b>	
Aspal dan beton	0,70 - 0,95
Batu bata, paving	0,50 - 0,70
<b>ATAP</b>	0,75 - 0,95
<b>HALAMAN, TANAH BERPASIR</b>	
Datar 2%	0,13 - 0,17
Rata-rata 2-7%	0,18 - 0,22
Curam 7%	0,25 - 0,35
<b>HALAMAN KERETA API</b>	0,10 - 0,35
<b>TAMAN TEMPAT BERMAIN</b>	0,20 - 0,35
<b>TAMAN, PEKUBURAN</b>	0,10 - 0,25

(Sumber : Suripin, 2003: 80-81)

### 3.6.2 Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisa ini diantaranya perhitungan kapasitas saluran baik saluran berpenampang persegi maupun trapesium dan analisa perencanaan saluran.

#### 3.6.2.1 Debit Aliran (Q)

Untuk menghitung kapasitas saluran digunakan persamaan kontinuitas dan rumus Manning (*Anggrahini, 1996:160*):

$$Q = V \times A$$

Dengan:

Q = Debit pengaliran (m<sup>3</sup>/det)

V = Kecepatan rata-rata dalam saluran (m/det)

A = Luas penampang basah saluran (m<sup>2</sup>)

#### 3.6.2.2 Kecepatan Aliran (V)

Untuk memperhitungkan kecepatan aliran dalam perhitungan kapasitas saluran yang direncanakan, digunakan rumus kecepatan Manning (*Anggrahini, 1996:142*):

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

Dengan:

V = Kecepatan rata-rata dalam saluran (m/det)

n = Koefisien kekasaran dinding saluran

R = Jari-jari hidrolis (m)

I = Kemiringan dasar saluran

Nilai koefisien Manning untuk jenis-jenis material disajikan dalam tabel 3.10. Nilai kekasaran Manning dapat menjadi nilai kekasaran Manning gabungan apabila dalam satu saluran ada lebih dari satu jenis bahan yang menyusun saluran tersebut.

Tabel 3.9 Nilai Koefisien Manning

Bahan	Koefisien Manning
Besi tulangan dilapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu cadas	0,040

(Sumber: Anggrahini, 1996: 395)

**3.6.2.3 Kemiringan Dasar Saluran ( $I_0$ )**

Kemiringan dasar saluran merupakan perbandingan antara selisih elevasi dengan panjang saluran.

$$I_0 = \frac{\Delta H}{L}$$

Dengan:

$I_0$  = Kemiringan dasar saluran

$L$  = Panjang saluran (m)

**3.6.2.4 Penampang Saluran**

Pada umumnya saluran drainase berbentuk segi empat dan trapesium. Rumus yang digunakan untuk menentukan dimensi saluran segi empat adalah (Anggrahini, 1996: 17):

$$A = b \times h$$

$$P = b + 2h$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{b \cdot h}{b + 2h}$$

Dengan:

A = Luas penampang basah ( $m^2$ )

P = Keliling basah (m)

R = Jari – jari hidrolis (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

h = Tinggi muka air (m)

Untuk penampang saluran berbentuk trapesium rumus yang digunakan adalah (*Anggrahini, 1996:17*):

$$A = (b + z.h) h$$

$$P = b + 2h \left( \sqrt{1 + z^2} \right)$$

$$R = \frac{A}{P} = \frac{(b + z.h) h}{b + 2h \left( \sqrt{1 + z^2} \right)}$$

$$T = b + 2zh$$

$$m = \frac{(a - b)}{2(h + w)}$$

$$D = \frac{(b + z.h)h}{b + 2zh}$$

Dengan:

A = Luas penampang basah ( $m^2$ )

P = Keliling basah (m)

R = Jari-jari hidrolis (m)

a = Lebar atas saluran (m)

b = Lebar dasar saluran (m)

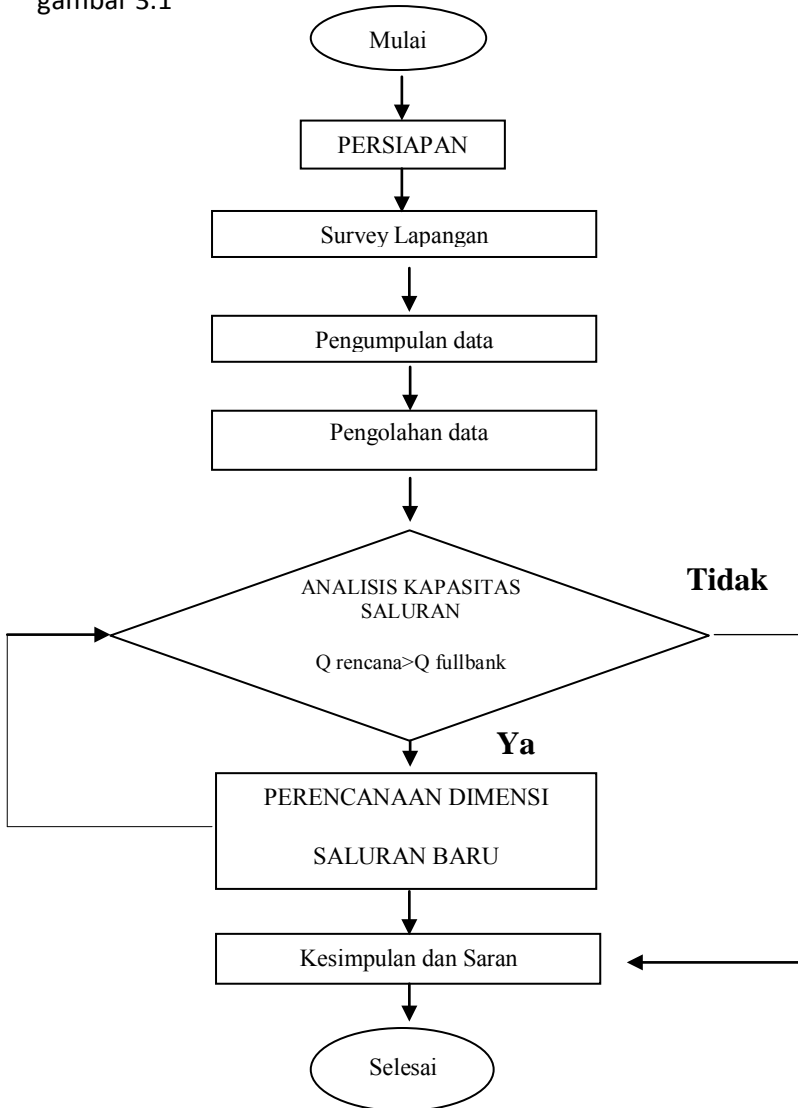
h = Tinggi muka air (m)

w = Tinggi jagaan (m)

z = Kemiringan dinding saluran

### 3.7 Flow Chart

Penjelasan studi analisis jaringan drainase dapat dilihat pada gambar 3.1



“Halaman ini sengaja dikosongkan”



## **BAB IV**

### **ANALISA DAN PERENCANAAN**

#### **4.1. Analisa Debit Banjir Rencana**

Debit banjir rencana pada umumnya direncanakan untuk pembuangan air secepatnya, agar tidak terjadi genangan air yang mengganggu. Oleh karena itu saluran-saluran drainase sebaiknya direncanakan sesuai dengan debit banjir rencana.

Pada perencanaan ini debit banjir rencana dihitung menggunakan metode Rasional, karena data yang digunakan berdasarkan data curah hujan.

##### **4.1.1. Data Curah Hujan**

Untuk analisa hidrologi dibutuhkan data hujan pada kawasan yang ditinjau sehingga memerlukan satu atau beberapa stasiun hujan. Ada 3 cara yang sering digunakan untuk mengubah data hujan tersebut. Cara-cara itu adalah Aritmatika, Polygon Thiesen, dan Ishoyet.

Data curah hujan yang digunakan berupa data hujan harian maksimum setiap tahun. Penentuan stasiun hujan yang berpengaruh terhadap lokasi dilakukan penggambaran dengan menggunakan metode *Polygon Thiessen*, seperti terlihat pada Lampiran 5. Dari empat stasiun hujan yang terdekat dengan lokasi studi diketahui hanya satu stasiun hujan yang berpengaruh, yaitu Stasiun Hujan Gubeng.

Data curah hujan yang diperoleh dari Stasiun Hujan Gubeng mulai tahun 2000 – 2014. Adapun data curah hujan harian maksimum dapat dilihat pada table berikut

ini

Tabel 4.1 Data Hujan Kawasan Tambaksari

Tahun	Tanggal	Stasiun Hujan (mm)	Hujan Harian
		Gubeng	(X) mm
2000	25 maret	93	93
2001	21 desember	120	120
2002	30 januari	70	70
2003	27-Nov	68	68
2004	7 januari	58	58
2005	8 maret	89	89
2006	14 januari	106	106
2007	18 desember	104	104
2008	14 desember	98	98
2009	28-Nov	86	86
2010	3 desember	106	106
2011	9-Nov	81	81
2012	27 desember	68	68
2013	2 januari	99	99
2014	19 desember	109	109

*Sumber :DPU Pengairan Surabaya*

Untuk menghitung curah hujan harian maksimum rata-rata menggunakan metode rata-rata aljabar (*Aritmatic Mean*) karena hanya satu stasiun hujan yang berpengaruh pada *catchment area*.

#### 4.2 Analisa Frekuensi

Tujuan dari perhitungan curah hujan harian maksimum adalah untuk mendapatkan curah hujan rencana pada setiap periode ulang yang diinginkan. Sebelum menentukan metode apa yang digunakan untuk

mengitung curah hujan rencana terkebih dahulu dilakukan analisa frekuensi terhadap data curah hujan.

#### 4.2.1 Perhitungan Metode Distribusi Gumbel

Perumusan Metode Gumbel

$$X_t = \bar{X} + (K \times S)$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

Faktor probabilitas ku ntuk harga ekstrim Gumbel dapat dihitung dengan rumus:

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$n = 15$$

Dengan:

$X_t$  = Besarnya curah hujan rencana pada periode ulang T tahun (mm)

$\bar{X}$  = Curah hujan harian maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm).

$k$  = Faktor frekuensi.

$X_i$  = Curah hujan masing-masing tahun pengamatan.

$Y_t$  = *Reduced Variated*.

$Y_n$  = *Reduced Mean*.(tabel 3.4)

$S_n$  = *Reduced Standart Deviation*.(tabel 3.3)

Perhitungan Metode Gumbel:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\bar{X} = \frac{1355\text{mm}}{15}$$

$$\bar{X} = 90,33\text{mm}$$

Selanjutnya untuk menghitung Standart Deviasi (S) perhitungan dapat dilanjutkan dalam tabel seperti pada tabel 4.2. Perhitungan S dapat dilihat dibawah ini.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{12261,438}{15-1}}$$

$$S = 18,15$$

Tabel 4.2 Perhitungan Standart Deviasi

Tahun	Hujan Harian	Xi Rank	$Xi^2$	$(Xi - Xr)^2$	$(Xi - Xr)^3$	$(Xi - Xr)^4$
	mm	mm				
2000	93	120	14400	880.11	26109.96	774595.57
2001	120	109	11881	348.44	6504.30	121413.53
2002	70	106	11236	245.44	3845.30	60242.98
2003	68	106	11236	245.44	3845.30	60242.98
2004	58	104	10816	186.78	2552.63	34885.94
2005	89	99	9801	75.11	650.96	5641.68
2006	106	98	9604	58.78	450.63	3454.83
2007	104	93	8649	7.11	18.96	50.57
2008	98	89	7921	1.78	-2.37	3.16
2009	86	86	7396	18.78	-81.37	352.60
2010	106	81	6561	87.11	-813.04	7588.35
2011	81	70	4900	413.44	-8406.70	170936.31
2012	68	68	4624	498.78	-11139.37	248779.27
2013	99	68	4624	498.78	-11139.37	248779.27
2014	109	58	3364	1045.44	-33802.70	1092954.09
Jumlah	1355			4611.333333	-21406.89	2829921.11
Rata-rata	90.3333333					

(Sumber: Hasil Perhiungan)

- Perhitungan Koefisien Keruncingan (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \times S^4} \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4$$

$$Ck = \frac{15^2}{(15-1)(15-2)(15-3) \times 29,59^4} \times 2829921,11$$

$$Ck = 2,69$$

- Perhitungan Koefisien Kemencengan (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2) \times S^3} \times \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3$$

$$Cs = \frac{15}{(15-1)(15-2) \times 29,59^3} \times -21406,89$$

$$Cs = -0,30$$

- Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$Cv = \frac{18,15}{90,33}$$

$$Cv = 0,20$$

Hasil perhitungan analisa distribusi frekuensi dengan Metode Gumbel dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perhitungan Distribusi Frekuensi Metode Gumbel

Tahun	$X_i$ (mm)	$(X_i - \bar{X})$	$(X_i - \bar{X})^2$	$X_i^2$
2001	120	29.666667	880.11	14400.00
2014	109	18.666667	348.44	11881.00
2006	106	15.666667	245.44	11236.00
2010	106	15.666667	245.44	11236.00
2007	104	13.666667	186.78	10816.00
2013	99	8.666667	75.11	9801.00
2008	98	7.666667	58.78	9604.00
2000	93	2.666667	7.11	8649.00
		-		
2005	89	1.333333	1.78	7921.00
		-		
2009	86	4.333333	18.78	7396.00
		-		
2011	81	9.333333	87.11	6561.00
		-		
2002	70	20.333333	413.44	4900.00
		-		
2003	68	22.333333	498.78	4624.00
		-		
2012	68	22.333333	498.78	4624.00
		-		
2004	58	32.333333	1045.44	3364.00
Jumlah	1355		4611.33	127013.00
Rata-rata	90.333333			

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Perhitungan distribusi frekuensi Metode Gumbel

 $n = 15$  $Y_n = 0,5128$  (dari tabel 3.1) $S_n = 1,0206$  (dari tabel 3.2)

Periode ulang 2 tahun

$$Y_{t_2} = \ln \left[ -\ln \left[ -\ln \frac{(T-1)}{T} \right] \right]$$

$$Y_{t_2} = \ln \left[ -\ln \left[ -\ln \frac{(2-1)}{2} \right] \right]$$

$$Y_{t_2} = -1,004$$

$$k_2 = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

$$k_2 = \frac{(Y_t - 0,5128)}{1,0206}$$

$$k_2 = -1,427$$

Periode ulang 5 tahun

$$Y_{t_5} = \ln \left[ -\ln \left[ -\ln \frac{(T-1)}{T} \right] \right]$$

$$Y_{t_5} = \ln \left[ -\ln \left[ -\ln \frac{(5-1)}{5} \right] \right]$$

$$Y_{t_5} = 0,405$$

$$k_5 = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

$$k_5 = \frac{(Y_t - 0,5128)}{1,0206}$$

$$k_5 = -0,101$$



Periode ulang 10 tahun

$$Y_{t_{10}} = \ln \left[ -\ln \left[ -\ln \frac{(T-1)}{T} \right] \right]$$

$$Y_{t_{10}} = \ln \left[ -\ln \left[ -\ln \frac{(10-1)}{10} \right] \right]$$

$$Y_{t_{10}} = 0,811$$

$$k_{10} = \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$$

$$k_{10} = \frac{(Y_t - 0,5128)}{1,0206}$$

$$k_{10} = 0,281$$

Perhitungan Reduced Variate ( $Y_t$ ) dan Faktor Frekuensi ( $k$ ) dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perhitungan Faktor Frekuensi

Periode ulang	$Y_t$	$k$
2	-1.004	-1.427
5	0.405	-0.101
10	0.811	0.281

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dari perhitungan hujan rata-rata dan nilai faktor frekuensi dengan menggunakan Metode Distribusi Gumbel dapat dihitung curah hujan rencana periode ulang 10 tahun dengan persamaan sebagai berikut:

$$R_2 = \bar{X} + (k \times S)$$

$$R_2 = 90,33 + (-1,427 \times 18,15)$$

$$R_2 = 64,439 \text{ mm/hari}$$

$$R_5 = \bar{X} + (k \times S)$$

$$R_5 = 90,33 + (-0,101 \times 18,15)$$

$$R_5 = 88,500 \text{ mm/hari}$$

$$R_{10} = \bar{X} + (k \times S)$$

$$R_{10} = 90,33 + (0,281 \times 18,15)$$

$$R_{10} = 95,427 \text{ mm/hari}$$

Hasil perhitungan curah hujan rencana dan probabilitas terjadinya hujan dengan besaran hujan rencana menggunakan Metode Distribusi Gumbel dapat ditabelkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Menggunakan Metode Distribusi Gumbel

Periode ulang	Yt	k	R
2	-1.004	-1.427	64.439
5	0.405	-0.101	88.500
10	0.811	0.281	95.427

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.2.2 Perhitungan Metode Distribusi Log Pearson Type III

Metode Log Person Type III didasarkan pada perubahan data yang ada dalam bentuk logaritma. Distribusi ini digunakan karena fleksibilitasnya. Hasil perhitungan menggunakan Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 4.6.

### Perhitungan Parameter Log Pearson Type III

- Nilai Rata-rata

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum \text{Log } X_i}{n}$$

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{29,206}{15}$$

$$\text{Log } \bar{X} = 1,947$$

- Standart Deviasi

$$S = \sqrt{\left[ \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^2}{n-1} \right]}$$

$$S = \sqrt{\left[ \frac{0,119}{15-1} \right]}$$

$$S = 0,092$$

- Perhitungan Koefisien Keruncingan (Ck)

$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3) \times S^4} \times \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^4$$

$$C_k = \frac{15^2}{(15-1)(15-2)(15-3) \times 0,1^4} \times 0,00207$$

$$C_k = 0,195$$

- Perhitungan Koefisien Kemencengan (Cs)

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2) \times S^3} \times \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \text{Log } \bar{X})^3$$

$$C_s = \frac{15}{(15-1)(15-2) \times 0,1^3} \times (-0,00575)$$

$$C_s = (-0,6009)$$

## ➤ Perhitungan Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{S}{\overline{\text{Log } X}}$$

$$Cv = \frac{0,092}{1,947}$$

$$Cv = 0,047$$

Tabel 4.6 Perhitungan Parameter Statistik Distribusi Log Pearson Type III

Xi	Log Xi	Log Xi <sup>2</sup>	(LogXi - LogXr) <sup>2</sup>	(LogXi - LogXr) <sup>3</sup>	(LogXi - LogXr) <sup>4</sup>
120	2.08	4.16	0.0175	0.0023	0.000305
109	2.04	4.07	0.0082	0.0007	0.000067
106	2.03	4.05	0.0061	0.0005	0.000038
106	2.03	4.05	0.0061	0.0005	0.000038
104	2.02	4.03	0.0049	0.0003	0.000024
99	2.00	3.99	0.0024	0.0001	0.000006
98	1.99	3.98	0.0020	0.0001	0.000004
93	1.97	3.94	0.0005	0.0000	0.000000
89	1.95	3.90	0.0000	0.0000	0.000000
86	1.93	3.87	0.0002	0.0000	0.000000
81	1.91	3.82	0.0015	-0.0001	0.000002
70	1.85	3.69	0.0104	-0.0011	0.000108
68	1.83	3.67	0.0131	-0.0015	0.000172
68	1.83	3.67	0.0131	-0.0015	0.000172
58	1.76	3.53	0.0337	-0.0062	0.001136
Jumlah	29.206		0.1195	-0.0058	0.002071
Rata-rata	1.947				

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dengan koefisien kemencengan  $C_s = -0,6009$  maka harga  $k$  diperoleh seperti pada tabel 4.9.

Tabel 4.7 Nilai  $K$  untuk Metode Distribusi Log Pearson Type III dengan  $C_s = -0,6009$

Periode Ulang (tahun)	$k$
2	-0.116
5	0.79
10	1.333

(Sumber: Triatmodjo, 2008: 232-233)

Selanjutnya dapat dihitung curah hujan rencana dengan periode ulang ( $T$ ) 2, 5 dan 10 tahun. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel 4.10.

$$\begin{aligned}\text{Log } R_2 &= \text{Log } \bar{X} + (k \times S) \\ &= 1,947 + (-0,116 \times 0,092) \\ &= 1,936\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Log } R_5 &= \text{Log } \bar{X} + (k \times S) \\ &= 1,947 + (0,79 \times 0,092) \\ &= 2,020\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Log } R_{10} &= \text{Log } \bar{X} + (k \times S) \\ &= 1,947 + (1,333 \times 0,092) \\ &= 2,070\end{aligned}$$

Tabel 4.8 Perhitungan Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Log Pearson Type III

Periode Ulang (tahun)	$X_r$	$k$	Log $R$	$R$
2	1.947	-0.116	1.936	86.36
5	1.947	0.79	2.020	104.72
10	1.947	1.333	2.070	117.55

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Maka untuk menentukan distribusi hujan rencana yang sesuai dengan syarat-syarat parameter statistiknya dapat dilihat pada tabel 3.3.

Berdasarkan perhitungan di atas yang menggunakan Metode Distribusi Gumbel dan Log Pearson Type III maka data Ck dan Cs direkap pada tabel 4.11.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Ck dan Cs Distribusi Frekuensi

Metode	Ck	Cs
Gumbel	2.69	-0.30
Log Pearson Type III	0.20	-0.60

### 4.3 Uji Kecocokan Distribusi Hujan

Dalam menentukan distribusi curah hujan yang dipakai, kita lakukan perhitungan uji kecocokan dengan menggunakan data hujan yang telah tersedia. Perhitungan uji kecocokan harus dilakukan karena masing-masing perhitungan distribusi hujan memiliki sifat statistik yang khas. Pemilihan distribusi yang tidak tepat dapat mengakibatkan kesalahan perkiraan yang mungkin cukup besar baik *over estimated* maupun *under estimated*. Parameter uji kecocokan yang sering dipakai adalah metode Chi Kuadrat dan metode Smirnov-Kolmogorov

#### 4.3.1 Uji Kecocokan Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Hasil interpretasinya :

1. Apabila peluang lebih dari 5% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan dapat diterima

2. Peluang lebih kecil dari 1% maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima
3. Apabila peluang berada di antara 1% - 5% adalah tidak mungkin mengambil keputusan, maka perlu ditambah data.

Perhitungan Chi-Kuadrat:

$$\begin{aligned}
 \text{Banyaknya data (n)} &= 15 \\
 \text{Taraf Signifikan} &= 5\% \\
 \text{Jumlah sub kelompok} &= 1 + 1.33 \ln 15 \\
 &= 4,6 \sim 5 \\
 \text{Derajat kebebasan} &= G - R - I \\
 &= 5 - 2 - 1 = 2
 \end{aligned}$$

- Uji Chi Kuadrat untuk Distribusi Log Pearson Type III  
Data pengamatan dibagi menjadi 5 sub grup dengan interval peluang (P) = 0,2 dengan menggunakan Distribusi Log Pearson Type III.

Besarnya peluang untuk tiap sub-grup adalah:

Sub grup 1	$P \leq 1,869$
Sub grup 2	$P \leq 1,924$
Sub grup 3	$P \leq 1,970$
Sub grup 4	$P \leq 2,025$
Sub grup 5	$P < 2,025$

Pembagian sub grup peluang dapat dilihat pada tabel 4.10.

P	K	X
0.2	0.84	2.025
0.4	0.25	1.970
0.6	-0.25	1.924
0.8	-0.84	1.869

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Diketahui :

$$\text{Log } X = 1,947$$

$$S = 0,092$$

- Untuk  $P = 1 - 0,2 = 0,8$ 

$$\begin{aligned} X &= \log X + k \cdot S \\ &= 1,95 + (-0,84) \cdot 0,092 \\ &= 1,869 \end{aligned}$$
- Untuk  $P = 1 - 0,4 = 0,6$ 

$$\begin{aligned} X &= \log X + k \cdot S \\ &= 1,95 + (-0,25) \cdot 0,092 \\ &= 1,924 \end{aligned}$$
- Untuk  $P = 1 - 0,6 = 0,4$ 

$$\begin{aligned} X &= \log X + k \cdot S \\ &= 1,95 + (0,25) \cdot 0,092 \\ &= 1,970 \end{aligned}$$
- Untuk  $P = 1 - 0,8 = 0,2$ 

$$\begin{aligned} X &= \log X + k \cdot S \\ &= 1,95 + (0,84) \cdot 0,092 \\ &= 2,025 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan uji kecocokan Chi Kuadrat untuk metode distribusi Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 4.10.



Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Chi Kuadrat untuk Metode Distribusi Log Pearson Type III

	Variabel		$O_i$	$E_i$	$(O_i - E_i)^2$	$\chi^2$
Batas 1	<	1.869	4	3	1	0.3333
Batas 2	1.869 < X <	1.924	1	3	4	1.3333
Batas 3	1.924 < X <	1.970	3	3	0	0
Batas 4	1.970 < X <	2.025	3	3	0	0
Batas 5	2.025 <		4	3	1	0.3333
JUMLAH			15			2

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Derajat kebebasan (DK) : 2  
 Chi Kuadrat : 2  
 Derajat signifikan alpha : 5%  
 Tingkat kepercayaan : 95%  
 Chi Kritis : 5,991 (lihat tabel 3.6)

Dari perhitungan Chi Kuadrat diatas, diperoleh nilai 2,00 dengan derajat kebebasan (dk)= 2 diperoleh nilai chi kuadrat sebesar 5,991, dengan kata lain  $2,00 < 5,991$ , sehingga perhitungan dapat diterima.

#### 4.3.2 Uji Smirnov – Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov atau biasa disebut uji kecocokan non parametik (*non-parametric test*) karena cara pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

- Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Distribusi Log Pearson Type III

Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Uji Kecocokan Smirnov-Kolmogorov Log Pearson Type III

No	$X_i$	$\text{Log } X_i$	$P(x)=m/(n+1)$	$P(X<)$	$f(t)$	$P'(x)$	$P'(x<)$	D
1	120	2.1	0.06	0.94	0.26	0.01	0.99	0.06
2	109	2.0	0.13	0.88	0.18	0.08	0.92	0.05
3	106	2.0	0.19	0.81	0.15	0.16	0.84	0.03
4	106	2.0	0.25	0.75	0.15	0.18	0.82	0.07
5	104	2.0	0.31	0.69	0.14	0.26	0.74	0.05
6	99	2.0	0.38	0.63	0.09	0.33	0.67	0.05
7	98	2.0	0.44	0.56	0.09	0.36	0.64	0.07
8	93	2.0	0.50	0.50	0.04	0.37	0.63	0.13
9	89	1.9	0.56	0.44	0.00	0.38	0.62	0.18
10	86	1.9	0.63	0.38	-0.02	0.48	0.52	0.14
11	81	1.9	0.69	0.31	-0.08	0.56	0.44	0.13
12	70	1.8	0.75	0.25	-0.20	0.60	0.40	0.15
13	68	1.8	0.81	0.19	-0.22	0.68	0.32	0.13
14	68	1.8	0.88	0.13	-0.22	0.75	0.25	0.13
15	58	1.8	0.94	0.06	-0.36	0.80	0.20	0.14

(Sumber : Hasil Perhitungan)

LogX rata-rata = 1,9

S = 0,092

Dari perhitungan pada tabel 4.11 didapatkan:

$D_{\max} = 0,18$

$D_0 = 0,29$  (diperoleh dari tabel nilai kritis  $D_0$  untuk derajat kepercayaan 5% dan  $n = 15$ )

Syarat  $D_{max} < D_0 \Rightarrow 0,18 < 0,29$ , maka persamaan distribusi Log Pearson Type III dapat diterima.

Contoh Perhitungan untuk tabel 4.11:

- Perhitungan  $P(X)$  = peluang dengan  $m = 1$

$$P(X) = \frac{1}{n+1} = \frac{1}{15+1} = 0,06$$

- Untuk perhitungan  $P(X <)$  dengan  $m = 1$

$$P(X <) = 1 - P(X) \\ = 1 - 0,071 = 0,94$$

- Perhitungan  $f(t)$  dengan  $m = 1$

$$F(t) = \frac{X - \bar{X}}{S} = \frac{2,1 - 1,9}{0,51} = 0,26$$

- Perhitungan  $P'(X)$  dengan  $m = 1$

$$P'(X) = 1 - P(X <) \\ P'(X) = 1 - 0,01 = 0,99$$

- Perhitungan  $D$  dengan  $m = 1$

$$D = P'(X <) - P(X <) \\ = 0,99 - 0,94 = 0,06$$

#### 4.4 Pemilihan Hujan Rencana

Hujan rencana adalah hujan tahunan terbesar dengan peluang tertentu yang mungkin terjadi pada suatu daerah. Dari hasil uji distribusi yang digunakan, maka untuk menghitung curah hujan rencana akan menggunakan metode Log Pearson Type III. Kemudian hasil perhitungan metode Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel 4.12.

Tabel 4.12 Curah hujan rencana terpilih

Periode Ulang (tahun)	Xr	k	Log R	R
2	1.947	-0.116	1.936	86.36
5	1.947	0.79	2.020	104.72

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Dimana:

1. Periode ulang 2 t ahun digunakan untuk perhitungan debit rencana saluran tersier.
2. Periode ulang 5 tahun digunakan untuk perhitungan debit rencana saluran sekunder.

#### 4.5 Analisis Waktu Konsentrasi

Waktu konsentasi DAS adalah waktu yang diperlukan oleh butiran air untuk bergerak dari titik jatuh pada daerah pengaliran ke titik tinjauan. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$T_c = T_0 + T_f$$

Dengan:

$T_c$  = Waktu konsentrasi

$T_f$  = Waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang channel flowing (jam)

$T_0$  = Waktu yang diperlukan air hujan untuk mengalir di permukaan hingga mencapai outlet (jam)

Contoh perhitungan waktu konsentrasi pada saluran sekunder Tambaksari adalah sebagai berikut:

#### 4.5.1 Pehitungan $T_0$

Perhitungan  $T_0$  menggunakan rumus Kirpich, berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan  $T_0$  pada saluran tersier Tambaksari. Perhitungan  $T_0$  saluran lainnya dapat dilihat pada tabel 4.13.

$$T_0 = 0,0195 \times \left( \frac{L_0}{\sqrt{I_0}} \right)^{0,77}$$

$$T_0 = 0,0195 \times \left( \frac{135 \text{ m}}{\sqrt{0,0006}} \right)^{0,77}$$

$$T_0 = 14,82 \text{ menit} : 60 = 0,247 \text{ jam}$$

Dengan :

$L_0$  = Jarak titik terjauh lahan terhadap sistem saluran yang ditinjau

$I_0$  = Kemiringan rata-rata permukaan tanah ke saluran yang ditinjau

Tabel 4.13 Perhitungan To tersier

No	Nama saluran	Lo (m)	Io	To (jam)
1	Saluran tersier 1a	135	0.0006	0.247
2	saluran teriser 1b	139	0.0006	0.253
3	saluran tersier 1c	28	0.0004	0.086
4	saluran tersier 1d	240	0.0009	0.329
5	saluran tersier 1e	154	0.0004	0.320
6	saluran tersier 1f	109	0.0004	0.245
7	saluran tersier 1g	112	0.006	0.088
8	saluran tersier 1h	95	0.0004	0.220
1	Saluran tersier 2a	218	0.001	0.293
2	saluran teriser 2b	209	0.0002	0.528
3	saluran tersier 2c	153	0.0002	0.415
1	Saluran tersier 3a	284	0.0002	0.668
2	saluran teriser 3b	67	0.0002	0.220
3	saluran tersier 3c	212	0.0004	0.409
4	saluran tersier 3d	231	0.0006	0.373
1	Saluran tersier 4a	45	0.0004	0.124
2	saluran teriser 4b	51	0.0001	0.233
3	saluran tersier 4c	81	0.003	0.090
4	saluran tersier 4d	76	0.0004	0.185
1	Saluran tersier 5a	152	0.00005	0.704
2	saluran teriser 5b	336	0.0008	0.446
3	saluran tersier 5c	112	0.0007	0.202
4	saluran tersier 5d	192	0.0001	0.646

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.14 Perhitungan To tersier

No	Nama saluran	Lo (m)	Io	To (jam)
1	saluran kapas krampung 1	143	0.0003	0.337
2	saluran pasar tmbk rejo	107	0.004	0.099
3	saluran tambaksegaran wetan	194	0.0001	0.651
4	saluran tambak rejo	221	0.0001	0.720
5	saluran rangkah utara	327	0.0009	0.418

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.15 Perhitungan sekunder

No	Nama saluran	To (jam)
1	Saluran sekunder 1.1	0.253
2	Saluran sekunder 1.2	0.329
3	Saluran sekunder 1.3	0.320
4	Saluran sekunder 1.4	0.245
5	Saluran sekunder 1.5	0.088
6	Saluran sekunder 1.6	0.220
7	Saluran sekunder 1.7	0.220
1	Saluran sekunder 2.1	0.293
2	Saluran sekunder 2.2	0.528
3	Saluran sekunder 2.3	0.415
4	Saluran sekunder 2.4	0.415
1	Saluran sekunder 3.1	0.668
2	Saluran sekunder 3.2	0.220
3	Saluran sekunder 3.3	0.409
4	Saluran sekunder 3.4	0.373
5	Saluran sekunder 3.5	0.373

Tabel 4.15 Perhitungan sekunder

No	Nama saluran	To (jam)
1	Saluran sekunder 4.1	0.233
2	Saluran sekunder 4.2	0.185
3	Saluran sekunder 4.3	0.373
4	Saluran sekunder 4.4	0.373
1	Saluran sekunder 5.1	0.704
2	Saluran sekunder 5.2	0.646
3	Saluran sekunder 5.3	0.646

(Sumber : Hasil Perhitungan)

#### 4.5.2 Perhitungan $T_f$

Perhitungan  $T_f$  menggunakan rumus Dr. Rizha, berikut ini adalah salah satu contoh perhitungan  $T_f$  pada saluran tersier Tambaksari. Perhitungan  $T_f$  saluran tersier lainnya dapat dilihat pada tabel 4.17 dan perhitungan  $T_f$  saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 4.18.

$$T_f = \frac{L}{V}$$

Dengan:

$L$  = Panjang saluran (m)

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

$$= 0,416 \text{ m/det}$$

(Data perhitungan volume dapat dilihat pada tabel 4.16 dan 4.17)

$$T_f = \frac{464 \text{ m}}{0,416 \text{ m/det}}$$

$$T_f = 0,310 \text{ jam}$$



Tabel 4.16 Perhitungan Tf saluran tersier

No	Nama saluran	L (m)	V (m/det)	Tf (jam)
1	Saluran tersier 1a	464	0.416	0.310
2	saluran teriser 1b	307	0.324	0.263
3	saluran tersier 1c	161	0.265	0.169
4	saluran tersier 1d	208	0.515	0.112
5	saluran tersier 1e	136	0.265	0.143
6	saluran tersier 1f	155	0.391	0.110
7	saluran tersier 1g	161	1.553	0.029
8	saluran tersier 1h	236	0.374	0.175
1	Saluran tersier 2a	481	0.537	0.249
2	saluran teriser 2b	402	0.234	0.476
3	saluran tersier 2c	485	0.187	0.719
1	Saluran tersier 3a	769	0.238	0.898
2	saluran teriser 3b	260	0.234	0.308
3	saluran tersier 3c	420	0.265	0.441
4	saluran tersier 3d	417	0.317	0.365
1	Saluran tersier 4a	206	0.265	0.216
2	saluran teriser 4b	542	0.166	0.908
3	saluran tersier 4c	90	0.950	0.026
4	saluran tersier 4d	267	0.347	0.214
1	Saluran tersier 5a	332	0.097	0.953
2	saluran teriser 5b	659	0.469	0.391
3	saluran tersier 5c	117	0.350	0.093
4	saluran tersier 5d	147	0.129	0.315

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.16 Perhitungan Tf saluran tersier

No	Nama saluran	L (m)	V (m/det)	Tf (jam)
1	saluran kapas krampung 1	367	0.360	0.283
2	saluran pasar tmbk rejo	82	0.837	0.027
3	saluran tambaksegaran wetan	258	0.174	0.411
4	saluran tambak rejo	383	0.182	0.584
5	saluran rangkah utara	516	0.717	0.200

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.17 Perhitungan Tf saluran sekunder

No	Nama saluran	L (m)	V (m/det)	Tf (jam)
1	dari 1.1 ke 1.2	73	0.713	0.028
2	dari 1.2 ke 1.3	202	0.713	0.079
3	dari 1.3 ke 1.4	178	0.727	0.068
4	dari 1.4 ke 1.5	200	0.740	0.075
5	dari 1.5 ke 1.6	292	0.740	0.110
6	dari 1.6 ke 1.7	322	1.943	0.046
7	dari 1.7 ke outlet	204	1.943	0.029
1	dari 2.1 ke 2.2	50	0.495	0.028
2	dar 2.2 ke 2.3	105	0.495	0.059
3	dari 2.3 ke 2.4	298	0.495	0.167
4	dari 2.4 ke outlet	204	1.283	0.044

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.17 Perhitungan Tf saluran sekunder

No	Nama saluran	L (m)	V (m/det)	Tf (jam)
1	dari 3.1 ke 3.2	282	0.706	0.111
2	dari 3.2 ke 3.3	228	0.706	0.090
3	dari 3.3 ke 3.4	181	0.706	0.071
4	dari 3.4 ke 3.5	187	0.706	0.074
5	dari 3.5 ke outlet	67	0.709	0.026
1	dari 4.1 ke 4.2	150	0.694	0.060
2	dari 4.2 ke 4.3	202	0.694	0.081
3	dari 4.3 ke 4.4	276	0.694	0.110
4	dari 4.4 ke outlet	208	0.792	0.073
1	dari 5.1 ke 5.2	77	0.545	0.039
2	dari 5.2 ke 5.3	166	0.545	0.085
3	dari 5.3 ke outlet	115	0.591	0.054

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.5.3 Perhitungan $T_c$

Contoh perhitungan waktu konsentrasi ( $T_c$ ) pada saluran sekunder tambaksari. Perhitungan  $T_c$  saluran dapat dilihat pada tabel 4.18 dan tabel 4.19.

$$\begin{aligned}
 T_c &= T_0 + T_f \\
 &= 0,247 \text{ jam} + 0,310 \text{ jam} \\
 &= 0,557 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.18 Perhitungan Tc Tersier

No	Nama saluran	To (jam)	Tf (jam)	Tc (jam)
1	Saluran tersier 1a	0.247	0.310	0.557
2	saluran teriser 1b	0.253	0.263	0.515
3	saluran tersier 1c	0.086	0.169	0.255
4	saluran tersier 1d	0.329	0.112	0.441
5	saluran tersier 1e	0.320	0.143	0.462
6	saluran tersier 1f	0.245	0.110	0.355
7	saluran tersier 1g	0.088	0.029	0.117
8	saluran tersier 1h	0.220	0.175	0.396
1	Saluran tersier 2a	0.293	0.249	0.542
2	saluran teriser 2b	0.528	0.476	1.004
3	saluran tersier 2c	0.415	0.719	1.135
1	Saluran tersier 3a	0.668	0.898	1.566
2	saluran teriser 3b	0.220	0.308	0.528
3	saluran tersier 3c	0.409	0.441	0.849
4	saluran tersier 3d	0.373	0.365	0.739
1	Saluran tersier 4a	0.124	0.216	0.340
2	saluran teriser 4b	0.233	0.908	1.141
3	saluran tersier 4c	0.090	0.026	0.116
4	saluran tersier 4d	0.185	0.214	0.399

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.18 Perhitungan Tc Tersier

No	Nama saluran	To (jam)	Tf (jam)	Tc (jam)
1	Saluran tersier 5a	0.704	0.953	1.658
2	saluran teriser 5b	0.446	0.391	0.837
3	saluran tersier 5c	0.202	0.093	0.294
4	saluran tersier 5d	0.646	0.315	0.961
1	saluran kapas krampung 1	0.337	0.283	0.620
2	saluran pasar tmbk rejo	0.099	0.027	0.127
3	saluran tambaksegaran wetan	0.651	0.411	1.062
4	saluran tambak rejo	0.720	0.584	1.303
5	saluran rangkah utara	0.418	0.200	0.618

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.19 Perhitungan Tc Sekunder

No	Nama saluran	To (jam)	Tf (jam)	Tc (jam)
1	Saluran sekunder 1.1	0.253	-	0.253
2	Saluran sekunder 1.2	0.329	0.079	0.660
3	Saluran sekunder 1.3	0.320	0.068	1.048
4	Saluran sekunder 1.4	0.245	0.075	1.368
5	Saluran sekunder 1.5	0.088	0.110	1.566
6	Saluran sekunder 1.6	0.220	0.046	1.832
7	Saluran sekunder 1.7	0.220	0.029	2.081
1	Saluran sekunder 2.1	0.293	-	0.293
2	Saluran sekunder 2.2	0.528	0.059	0.880
3	Saluran sekunder 2.3	0.415	0.167	1.463
4	Saluran sekunder 2.4	0.415	0.044	1.922

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.19 Perhitungan Tc Sekunder

No	Nama saluran	To (jam)	Tf (jam)	Tc (jam)
1	Saluran sekunder 3.1	0.668	-	0.668
2	Saluran sekunder 3.2	0.220	0.090	0.978
3	Saluran sekunder 3.3	0.409	0.071	1.458
4	Saluran sekunder 3.4	0.373	0.074	1.905
5	Saluran sekunder 3.5	0.373	0.026	2.304
1	Saluran sekunder 4.1	0.233	-	0.233
2	Saluran sekunder 4.2	0.185	0.081	0.499
3	Saluran sekunder 4.3	0.373	0.110	0.983
4	Saluran sekunder 4.4	0.373	0.073	1.429
1	Saluran sekunder 5.1	0.704	-	0.704
2	Saluran sekunder 5.2	0.646	0.085	1.435
3	Saluran sekunder 5.3	0.646	0.054	2.134

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.6 Analisis Intensitas Hujan

Besar intensitas hujan berbeda-beda. Waktu curah hujan sangat mempengaruhi besar kecilnya intensitas hujan. Karena data yang tersedia hanya data curah hujan harian saja, maka perhitungan intensitas hujan menggunakan rumus Mononobe, yaitu:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

Dengan:

$I_t$  = Intensitas hujan dalam 1 jam (mm/jam)

$R_{24}$  = Curah hujan efektif dalam 1 jam

$T_c$  = Waktu konsentasi

#### 4.6.1 Intensitas Hujan Eksisting

Intensitas hujan eksisting dihitung menggunakan rumus Mononobe dengan menggunakan curah hujan harian maksimum selama 15 tahun terakhir.

#### 4.6.2 Intensitas Hujan Periode 2 Tahun

Intensitas hujan periode ulang 2 tahun ini dihitung menggunakan rumus Mononobe dengan menggunakan curah hujan harian maksimum periode ulang 2 tahun metode Log Pearson Type III. Intensitas hujan 2 tahun digunakan untuk mengetahui debit rencana 2 tahun yang digunakan untuk mendesain saluran tersier drainase perkotaan di daerah Tambaksari. Perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.21.

Contoh perhitungan intensitas hujan periode 2 tahun di saluran tersier Tambaksari adalah sebagai berikut:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

$$I_t = \frac{86,36 \text{ mm}}{24} \times \left[ \frac{24}{0,55 \text{ jam}} \right]^{2/3}$$

$$I_t = 44,247 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.20 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 2 tahun

No	Nama saluran	Tc jam	R24 mm	I mm/jam
1	Saluran tersier 1a	0.556603	86.36	44.247
2	saluran teriser 1b	0.5155	86.36	46.569
3	saluran tersier 1c	0.254846	86.36	74.483
4	saluran tersier 1d	0.441152	86.36	51.664
5	saluran tersier 1e	0.462151	86.36	50.087
6	saluran tersier 1f	0.355038	86.36	59.712
7	saluran tersier 1g	0.116942	86.36	125.198
8	saluran tersier 1h	0.395651	86.36	55.552
1	Saluran tersier 2a	0.542048	25.66	13.381
2	saluran teriser 2b	1.004307	25.66	8.870
3	saluran tersier 2c	1.134544	25.66	8.178
1	Saluran tersier 3a	1.566312	25.66	6.596
2	saluran teriser 3b	0.527984	25.66	13.618
3	saluran tersier 3c	0.849184	25.66	9.920
4	saluran tersier 3d	0.738652	25.66	10.887
1	Saluran tersier 4a	0.339961	25.66	18.263
2	saluran teriser 4b	1.141154	25.66	8.146
3	saluran tersier 4c	0.115991	25.66	37.403
4	saluran tersier 4d	0.399201	25.66	16.408

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Tabel 4.20 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 2 tahun

No	Nama saluran	Tc jam	R24 mm	I mm/jam
1	Saluran tersier 5a	1.657758	25.66	6.351
2	saluran teriser 5b	0.836684	25.66	10.019
3	saluran tersier 5c	0.294331	25.66	20.105
4	saluran tersier 5d	0.961007	25.66	9.135
1	sal kapas krampung 1	0.62009	25.66	12.233
2	sal pasar tmbk rejo	0.126673	25.66	35.269
3	sal tambaksegaran wetan	1.061695	25.66	8.548
4	sal tambak rejo	1.303126	25.66	7.456
5	sal rangkah utara	0.617542	25.66	12.267

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.6.3 Intensitas Hujan Periode 5 Tahun

Intensitas hujan periode ulang 5 tahun ini dihitung menggunakan rumus Mononobe dengan menggunakan curah hujan harian maksimum periode ulang 5 tahun metode Log Pearson Type III. Intensitas hujan 5 tahun digunakan untuk mengetahui debit rencana 5 tahun yang digunakan untuk mendesain saluran sekunder drainase perkotaan di daerah Tambaksari. Perhitungannya dapat dilihat pada tabel 4.21.

Contoh perhitungan intensitas hujan periode 5 tahun di saluran sekunder Tambaksari adalah sebagai berikut:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \times \left[ \frac{24}{T_c} \right]^{2/3}$$

$$I_t = \frac{104,72}{24} \times \left[ \frac{24}{0,253} \right]^{2/3}$$

$$I_t = 90,856 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.21 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 5 tahun

No	Nama saluran	Tc jam	R24 mm	I mm/jam
1	Saluran sekunder 1.1	0.253	104.72	90.856
2	Saluran sekunder 1.2	0.660	104.72	47.875
3	Saluran sekunder 1.3	1.048	104.72	35.190
4	Saluran sekunder 1.4	1.368	104.72	29.462
5	Saluran sekunder 1.5	1.566	104.72	26.925
6	Saluran sekunder 1.6	1.832	104.72	24.249
7	Saluran sekunder 1.7	2.081	104.72	22.270
1	Saluran sekunder 2.1	0.293	104.72	82.217
2	Saluran sekunder 2.2	0.880	104.72	39.529
3	Saluran sekunder 2.3	1.463	104.72	28.177
4	Saluran sekunder 2.4	1.922	104.72	23.486
1	Saluran sekunder 3.1	0.668	104.72	47.490
2	Saluran sekunder 3.2	0.978	104.72	36.850
3	Saluran sekunder 3.3	1.458	104.72	28.239
4	Saluran sekunder 3.4	1.905	104.72	23.627
5	Saluran sekunder 3.5	2.304	104.72	20.809

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.21 Perhitungan intensitas hujan periode ulang 5 tahun

No	Nama saluran	Tc jam	R24 mm	I mm/jam
1	Saluran sekunder 4.1	0.233	104.72	95.973
2	Saluran sekunder 4.2	0.499	104.72	57.707
3	Saluran sekunder 4.3	0.983	104.72	36.723
4	Saluran sekunder 4.4	1.429	104.72	28.610
1	Saluran sekunder 5.1	0.704	104.72	45.859
2	Saluran sekunder 5.2	1.435	104.72	28.541
3	Saluran sekunder 5.3	2.134	104.72	21.900

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.6.4 Perhitungan Debit rencana

##### 1. Metode Rasional

Berikut ini adalah contoh perhitungan debit rencana pada saluran tersier Tambaksari menggunakan metode rasional.

Diketahui:

$$C = 0,498$$

$$I_t = 44,247 \text{ mm/jam}$$

$$A = 0,136 \text{ km}^2$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I_t \times A$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times 0,477 \times 44,247 \text{ mm/jam} \times 0,136 \text{ km}^2$$

$$Q = 0,832 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dengan:

$$Q = \text{Debit puncak (m}^3/\text{det)}$$

$$C = \text{Koefisien pengaliran}$$

$$I = \text{Intensitas curah hujan (mm/jam)}$$

$$A = \text{Luas daerah pengaliran (km}^2\text{)}$$

Hasil perhitungan debit rencana pada saluran tersier dapat dilihat pada tabel 4.22 dan hasil perhitungan debit rencana pada saluran sekunder dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.22 Perhitungan debit rencana saluran tersier 2 tahun

No	Nama Saluran	C	I mm/jam	A km <sup>2</sup>	Q rencana m <sup>3</sup> /det
1	Saluran tersier 1a	0.498	44.247	0.136	0.832
2	saluran teriser 1b	0.498	46.569	0.035	0.225
3	saluran tersier 1c	0.498	74.483	0.067	0.690
4	saluran tersier 1d	0.498	51.664	0.015	0.107
5	saluran tersier 1e	0.498	50.087	0.052	0.360
6	saluran tersier 1f	0.498	59.712	0.046	0.380
7	saluran tersier 1g	0.498	125.198	0.033	0.572
8	saluran tersier 1h	0.498	55.552	0.027	0.207
1	Saluran tersier 2a	0.498	13.381	0.109	0.202
2	saluran teriser 2b	0.498	8.870	0.100	0.123
3	saluran tersier 2c	0.498	8.178	0.126	0.143
1	Saluran tersier 3a	0.498	6.596	0.103	0.094
2	saluran teriser 3b	0.498	13.618	0.049	0.092
3	saluran tersier 3c	0.498	9.920	0.074	0.102
4	saluran tersier 3d	0.498	10.887	0.129	0.194

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.22 Perhitungan debit rencana saluran tersier 2 tahun

No	Nama Saluran	C	I mm/jam	A km <sup>2</sup>	Q rencana m <sup>3</sup> /det
1	Saluran tersier 4a	0.498	18.263	0.024	0.061
2	saluran teriser 4b	0.498	8.146	0.052	0.059
3	saluran tersier 4c	0.498	37.403	0.025	0.129
4	saluran tersier 4d	0.498	16.408	0.058	0.132
1	Saluran tersier 5a	0.498	6.351	0.076	0.067
2	saluran teriser 5b	0.498	10.019	0.126	0.175
3	saluran tersier 5c	0.498	20.105	0.165	0.459
4	saluran tersier 5d	0.498	9.135	0.051	0.064
1	sal kapas krampung 1	0.498	12.233	0.044	0.074
2	sal pasar tmbk rejo	0.498	35.269	0.024	0.117
3	sal tambaksegaran wetan	0.498	8.548	0.089	0.105
4	sal tambak rejo	0.498	7.456	0.141	0.145
5	sal rangkah utara	0.498	12.267	0.303	0.514

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.23 Perhitungan debit rencana saluran sekunder 5 tahun

No	Nama Saluran	C	I mm/jam	A km <sup>2</sup>	Q rencana m <sup>3</sup> /det
1	Saluran sekunder 1.1	0.498	90.856	0.171	2.149
2	Saluran sekunder 1.2	0.498	47.875	0.251	1.662
3	Saluran sekunder 1.3	0.498	35.190	0.349	1.699
4	Saluran sekunder 1.4	0.498	29.462	0.382	1.557
5	Saluran sekunder 1.5	0.498	26.925	0.429	1.598
6	Saluran sekunder 1.6	0.498	24.249	0.658	2.207
7	Saluran sekunder 1.7	0.498	22.270	0.658	2.027
1	Saluran sekunder 2.1	0.498	82.217	0.109	1.240
2	Saluran sekunder 2.2	0.498	39.529	0.209	1.143
3	Saluran sekunder 2.3	0.498	28.177	0.335	1.306
4	Saluran sekunder 2.4	0.498	23.486	0.380	1.235
1	Saluran sekunder 3.1	0.498	47.490	0.103	0.677
2	Saluran sekunder 3.2	0.498	36.850	0.152	0.775
3	Saluran sekunder 3.3	0.498	28.239	0.226	0.883
4	Saluran sekunder 3.4	0.498	23.627	0.355	1.160
5	Saluran sekunder 3.5	0.498	20.809	0.355	1.022

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.23 Perhitungan debit rencana saluran sekunder 5 tahun

No	Nama Saluran	C	I mm/jam	A km <sup>2</sup>	Q rencana m <sup>3</sup> /det
1	Saluran sekunder 4.1	0.498	95.973	0.076	1.009
2	Saluran sekunder 4.2	0.498	57.707	0.159	1.269
3	Saluran sekunder 4.3	0.498	36.723	0.199	1.011
4	Saluran sekunder 4.4	0.498	28.610	0.215	0.851
1	Saluran sekunder 5.1	0.498	45.859	0.201	1.275
2	Saluran sekunder 5.2	0.498	28.541	0.293	1.157
3	Saluran sekunder 5.3	0.498	21.900	0.418	1.266

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### 4.7 Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan untuk mengetahui apakah secara teknis sistem drainase direncanakan sesuai dengan persyaratan teknis. Analisis ini diantaranya perhitungan kapasitas saluran dan perencanaan saluran.

##### 4.7.1 Perhitungan Full Bank Capacity

*Full bank capacity existing* adalah besarnya debit tampungan pada saluran sesuai dengan keadaan di lapangan. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan penampang saluran untuk menampung limpasan air hujan.

Rumus kecepatan rata-rata yang digunakan pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sederhana.

Perhitungan *full bank capacity existing* saluran sekunder Tambaksari dengan data sebagai berikut:

Bentuk saluran trapesium:

$$b = 2,4 \text{ m}$$

$$h = 1,4 \text{ m}$$

$$t = 3,4 \text{ m}$$

$$I = 0,0004$$

$$n = 0,025 \text{ (saluran pasangan batu disemen)}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} A &= 0,5 (b + h) t \\ &= 0,5 (2,4\text{m} + 1,4\text{m}) \times 3,4\text{m} \\ &= 4,06 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= (2 \times h) + b \\ &= (2 \times 1,4) + 2,4 \\ &= 5,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{4,06\text{m}^2}{5,2 \text{ m}} \\ &= 0,78 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,025} \times 0,78^{2/3} \times 0,0004^{1/2} \\ &= 0,713 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 4,06 \text{ m}^2 \times 0,713 \text{ m/det} \\ &= 2,895 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$



Perhitungan *full bank capacity existing* saluran sekunder Tambaksari dengan data sebagai berikut:

Bentuk saluran persegi

$$b = 4 \text{ m}$$

$$h = 1,6 \text{ m}$$

$$n = 0,01 \text{ (saluran beton box culvert)}$$

$$I_o = 0,0004$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} A &= b \times h \\ &= 4 \text{ m} \times 1,6 \text{ m} \\ &= 6,4 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= b + 2h \\ &= 4 + 2 \cdot 1,6 \text{ m} \\ &= 7,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R &= \frac{A}{P} \\ &= \frac{6,4 \text{ m}^2}{7,2 \text{ m}} \\ &= 0,889 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= \frac{1}{0,01} \times 0,889^{2/3} \times 0,0004^{1/2} \\ &= 1,943 \text{ m/det} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= A \times V \\ &= 6,4 \text{ m}^2 \times 1,943 \text{ m/det} \\ &= 12,437 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Perhitungan *full bank capacity existing* pada saluran lainnya dapat dilihat pada tabel 4.25

Tabel 4.25 Perhitungan kapasitas eksisting saluran sekunder

No	Nama saluran	Penampang Saluran	L (m)	I	n	b (m)	h (m)	t (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)
1	Saluran sekunder 1.1	trapesium	73	0.0004	0.025	2.4	1.4	3.4	4.06	5.2	0.781	0.713	2.895
2	Saluran sekunder 1.2	trapesium	202	0.0004	0.025	2.4	1.4	3.4	4.06	5.2	0.781	0.713	2.895
3	Saluran sekunder 1.3	trapesium	178	0.0004	0.025	2.6	1.4	3.6	4.34	5.4	0.804	0.727	3.155
4	Saluran sekunder 1.4	trapesium	200	0.0004	0.025	2.8	1.4	3.8	4.62	5.6	0.825	0.740	3.417
5	Saluran sekunder 1.5	trapesium	292	0.0004	0.025	2.8	1.4	3.8	4.62	5.6	0.825	0.740	3.417
6	Saluran sekunder 1.6	persegi	322	0.0004	0.01	4	1.6	-	6.4	7.2	0.889	1.943	12.437
7	Saluran sekunder 1.7	persegi	204	0.0004	0.01	4	1.6	-	6.4	7.2	0.889	1.943	12.437
			1471										
1	Saluran sekunder 2.1	trapesium	50	0.0002	0.025	2.4	1.4	3.4	4.06	5.2	0.781	0.495	2.010
2	Saluran sekunder 2.2	trapesium	105	0.0002	0.025	2.4	1.4	3.4	4.06	5.2	0.781	0.495	2.010
3	Saluran sekunder 2.3	trapesium	298	0.0002	0.025	2.4	1.4	3.4	4.06	5.2	0.781	0.495	2.010
4	Saluran sekunder 2.4	persegi	204	0.0002	0.01	4	1.4	-	5.6	6.8	0.824	1.283	7.182
			657										
1	Saluran sekunder 3.1	trapesium	282	0.0004	0.025	2.4	1.4	3.4	4.06	5.2	0.781	0.706	2.868
2	Saluran sekunder 3.2	trapesium	228	0.0004	0.025	2.4	1.4	3.4	4.06	5.2	0.781	0.706	2.868
3	Saluran sekunder 3.3	trapesium	181	0.0004	0.025	2.4	1.4	3.4	4.06	5.2	0.781	0.706	2.868
4	Saluran sekunder 3.4	trapesium	187	0.0004	0.025	2.4	1.4	3.4	4.06	5.2	0.781	0.706	2.868
5	Saluran sekunder 3.5	trapesium	67	0.0004	0.025	3.1	1.2	4.1	4.32	5.5	0.785	0.709	3.064

Tabel 4.25 Perhitungan kapasitas eksisting saluran sekunder

No	Nama saluran	Penampang Saluran	L (m)	l	n	b (m)	h (m)	t (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)
1	Saluran sekunder 4.1	trapesium	150	0.0003	0.025	3.5	1.5	4.5	6	6.5	0.923	0.694	4.164
2	Saluran sekunder 4.2	trapesium	202	0.0003	0.025	3.5	1.5	4.5	6	6.5	0.923	0.694	4.164
3	Saluran sekunder 4.3	trapesium	276	0.0003	0.025	3.5	1.5	4.5	6	6.5	0.923	0.694	4.164
4	Saluran sekunder 4.4	trapesium	208	0.0003	0.025	4	2	5	9	8	1.125	0.792	7.127
			836										
1	Saluran sekunder 5.1	trapesium	77	0.0003	0.025	2.2	1	3.2	2.7	4.2	0.643	0.545	1.473
2	Saluran sekunder 5.2	trapesium	166	0.0003	0.025	2.2	1	3.2	2.7	4.2	0.643	0.545	1.473
3	Saluran sekunder 5.3	trapesium	115	0.0003	0.025	2.4	1.2	3.4	3.48	4.8	0.725	0.591	2.057

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.25 Perhitungan kapasitas eksisting saluran primer

No	Nama saluran	Penampang Saluran	L (m)	l	n	b (m)	h (m)	t (m)	A (m <sup>2</sup> )	P (m)	R (m)	V (m/det)	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)
1	Saluran primer	trapesium	798	0.0001	0.025	4	2.6	7	14.3	9.2	1.554	0.503	7.189

#### 4.7.2 Perbandingan Kapasitas Saluran Eksisting dengan Debit Rencana

Perbandingan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana adalah cara membandingkan kapasitas saluran dengan debit rencana. Apabila kapasitas saluran eksisting lebih besar daripada debit rencana, maka saluran tersebut dikatakan aman. Tetapi apabila kapasitas saluran eksisting lebih kecil daripada debit rencana maka saluran tersebut banjir.

Untuk lebih detail dalam menganalisa perbandingan kapasitas saluran eksisting dengan debit rencana pada saluran drainase di kawasan Tambaksari, maka dapat dilihat pada tabel 4.26

Tabel 4.26 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran sekunder

No	Nama saluran	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	Saluran sekunder 1.1	2.895	3.207	meluber
2	Saluran sekunder 1.2	2.895	5.667	meluber
3	Saluran sekunder 1.3	3.155	7.726	meluber
4	Saluran sekunder 1.4	3.417	9.663	meluber
5	Saluran sekunder 1.5	3.417	11.832	meluber
6	Saluran sekunder 1.6	12.437	14.247	meluber
7	Saluran sekunder 1.7	12.437	21.664	meluber
1	Saluran sekunder 2.1	2.010	1.441	aman
2	Saluran sekunder 2.2	2.010	2.707	meluber
3	Saluran sekunder 2.3	2.010	4.155	meluber
4	Saluran sekunder 2.4	7.182	5.390	aman

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Tabel 4.26 Perbandingan debit rencana periode ulang 5 tahun saluran sekunder

No	Nama saluran	Q eksisting (m <sup>3</sup> /det)	Q rencana (m <sup>3</sup> /det)	Keterangan
1	Saluran sekunder 3.1	2.868	0.771	aman
2	Saluran sekunder 3.2	2.868	1.638	aman
3	Saluran sekunder 3.3	2.868	2.622	aman
4	Saluran sekunder 3.4	2.868	3.977	meluber
5	Saluran sekunder 3.5	3.064	4.999	meluber
1	Saluran sekunder 4.1	4.164	1.128	aman
2	Saluran sekunder 4.2	4.164	2.658	aman
3	Saluran sekunder 4.3	4.164	3.669	aman
4	Saluran sekunder 4.4	7.127	4.520	aman
1	Saluran sekunder 5.1	1.473	1.517	meluber
2	Saluran sekunder 5.2	1.473	3.197	meluber
3	Saluran sekunder 5.3	2.057	4.463	meluber

(Sumber: Hasil Perhitungan)

#### **4.7.3 Penanganan Genangan**

Penanganan genangan di kawasan Tambaksari dengan cara revitalisasi sistem, yang harus mengacu secara menyeluruh terhadap kondisi lapangan yang ada. Kegiatan-kegiatan yang termasuk adalah sebagai berikut:

1. Mengoptimalkan kapasitas yang ada  
Kegiatan ini mencakup perbaikan dan peningkatan kapasitas saluran dan bangunan pelengkap yang telah ada.
2. Pembangunan saluran baru  
Yaitu dengan memperbesar dimensi saluran dengan rumus manning yang seharusnya rumus ini digunakan untuk saluran seragam bukan untuk saluran tidak seragam agar memenuhi kebutuhan dan pembangunan saluran-saluran baru.
3. Pembangunan pintu air dan pompa  
Merupakan bangunan tambahan untuk menutup debit yang masuk dari saluran sekunder ke outlet pada saat terjadi hujan maksimum. Pompa untuk melimpaskan debit yang telah ditutup oleh pintu air pada saat terjadi hujan maksimum. Pompa dan pintu air direncanakan dibangun pada hilir dari saluran sekunder yang masuk ke saluran primer. Dimensi pintu air disesuaikan dengan dimensi hilir saluran sekunder yang dapat dilihat pada lampiran ke 25 berupa gambar.

Tabel 4.27 Perhitungan dimensi saluran baru

No	Nama saluran	Penampang	L	l	n	b	h	t	A	P	R	V	Q eksisting	Q rencana	Keterangan
		Saluran	(m)			(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	(m <sup>3</sup> /det)	(m <sup>3</sup> /det)	
1	Saluran sekunder 1.1	persegi	73	0.0004	0.01	4	2	-	8	8	1.000	2.102	16.817	3.207	aman
2	Saluran sekunder 1.2	persegi	202	0.0004	0.01	4	2	-	8	8	1.000	2.102	16.817	5.667	aman
3	Saluran sekunder 1.3	persegi	178	0.0004	0.01	4	2	-	8	8	1.000	2.102	16.817	7.726	aman
4	Saluran sekunder 1.4	persegi	200	0.0004	0.01	4	2	-	8	8	1.000	2.102	16.817	9.663	aman
5	Saluran sekunder 1.5	persegi	292	0.0004	0.01	4	2	-	8	8	1.000	2.102	16.817	11.832	aman
6	Saluran sekunder 1.6	persegi	322	0.0004	0.01	4	2	-	8	8	1.000	2.102	16.817	14.247	aman
7	Saluran sekunder 1.7	persegi	204	0.0004	0.01	4	2.5	-	10	9	1.111	2.255	22.550	21.664	aman
1	Saluran sekunder 2.1	persegi	50	0.0002	0.01	4	1.4	-	5.6	6.8	0.824	1.283	7.182	1.441	aman
2	Saluran sekunder 2.2	persegi	105	0.0002	0.01	4	1.4	-	5.6	6.8	0.824	1.283	7.182	2.707	aman
3	Saluran sekunder 2.3	persegi	298	0.0002	0.01	4	1.4	-	5.6	6.8	0.824	1.283	7.182	4.155	aman
4	Saluran sekunder 2.4	persegi	204	0.0002	0.01	4	1.4	-	5.6	6.8	0.824	1.283	7.182	5.390	aman

(Sumber: Hasil Perhitungan)



Tabel 4.27 Perhitungan dimensi saluran baru

No	Nama saluran	Penampang	L	l	n	b	h	t	A	P	R	V	Q eksisting	Q rencana	Keterangan
		Saluran	(m)			(m)	(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	(m/det)	(m <sup>3</sup> /det)	(m <sup>3</sup> /det)	
1	Saluran sekunder 3.1	persegi	282	0.0004	0.01	3	1.4	-	4.2	5.8	0.724	1.680	7.055	0.771	aman
2	Saluran sekunder 3.2	persegi	228	0.0004	0.01	3	1.4	-	4.2	5.8	0.724	1.680	7.055	1.638	aman
3	Saluran sekunder 3.3	persegi	181	0.0004	0.01	3	1.4	-	4.2	5.8	0.724	1.680	7.055	2.622	aman
4	Saluran sekunder 3.4	persegi	187	0.0004	0.01	3	1.4	-	4.2	5.8	0.724	1.680	7.055	3.977	aman
5	Saluran sekunder 3.5	persegi	67	0.0004	0.01	3	1.4	-	4.2	5.8	0.724	1.680	7.055	4.999	aman
1	Saluran sekunder 4.1	trapesium	150	0.0003	0.025	3.5	1.5	4.5	6	6.5	0.923	0.694	4.164	1.128	aman
2	Saluran sekunder 4.2	trapesium	202	0.0003	0.025	3.5	1.5	4.5	6	6.5	0.923	0.694	4.164	2.658	aman
3	Saluran sekunder 4.3	trapesium	276	0.0003	0.025	3.5	1.5	4.5	6	6.5	0.923	0.694	4.164	3.669	aman
4	Saluran sekunder 4.4	trapesium	208	0.0003	0.025	4	2	5	9	8	1.125	0.792	7.127	4.520	aman
1	Saluran sekunder 5.1	persegi	77	0.0003	0.01	3	1.2	-	3.6	5.4	0.667	1.397	5.030	1.517	aman
2	Saluran sekunder 5.2	persegi	166	0.0003	0.01	3	1.2	-	3.6	5.4	0.667	1.397	5.030	3.197	aman
3	Saluran sekunder 5.3	persegi	115	0.0003	0.01	3	1.2	-	3.6	5.4	0.667	1.397	5.030	4.463	aman

(Sumber: Hasil Perhitungan)

## Perencanaan pompa

Perhitungan Hidrograf dengan acuan  $Q$  puncak yang diambil dari  $Q$  saluran sekunder 1.7 yang dapat dilihat pada tabel 4.28 sebagai berikut:

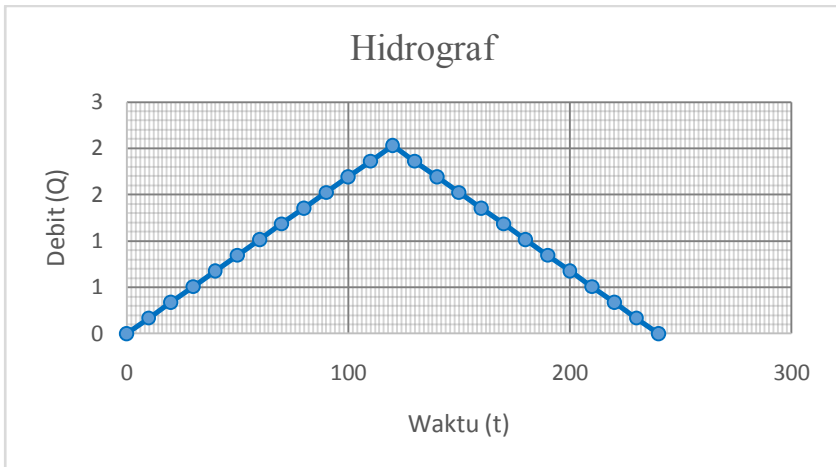
Dengan :

$$Q \text{ puncak} = 2,03 \text{ m}^3/\text{det}$$

$$\text{Waktu konsentrasi (tc)} = 124,86 \text{ menit}$$

$$\text{Durasi/waktu hujan (td)} = 1 \text{ tc} = 125 \text{ menit}$$

Hasil perhitungan Hidrograf dapat dilihat pada tabel 4.28 disertai grafik berikut:



Tabel 4.28 Perhitungan Hidrograf

Waktu	Q	Waktu	Q
menit	m <sup>3</sup> /det	menit	m <sup>3</sup> /det
0	0	160	1.35
10	0.17	170	1.18
20	0.34	180	1.02
30	0.51	190	0.85
40	0.68	200	0.68
50	0.85	210	0.51
60	1.02	220	0.34
70	1.18	230	0.17
80	1.35	240	0
90	1.52		
100	1.69		
110	1.86		
120	2.03		
130	1.86		
140	1.69		
150	1.52		

(Sumber: Hasil Perhitungan)

Hasil perhitungan diatas mulai dari 0 menit sampai dengan 240 menit dengan cara diambil Q puncak sebesar 2,03 yang diletakan pada menit ke 120 berdasarkan  $t_c$  sebesar 125 menit yang dapat dilihat pada tabel 4.21. Dengan contoh perhitungan Q per 10 menit sebagai berikut :

Diketahui :

$$t \text{ puncak} = 120 \text{ menit}$$

$$Q \text{ puncak} = 2,03 \text{ m}^3/\text{det}$$

Penyelesaian:

$$t \text{ ke } 10 = \frac{t \text{ puncak}}{10} \times Q \text{ puncak}$$

$$= \frac{120}{10} \times 2,03$$

$$= 0,17 \text{ m}^3/\text{det}$$

Contoh perhitungan diatas berlaku sampai dengan menit ke 110, kemudian menit ke 130 sampai menit ke 240 disamakan dengan mulai menit ke 110 sampai menit ke 0.

### Perhitungan kapasitas pompa

Dalam hal ini saluran sekunder dijadikan sebagai *long storage* dikarenakan wilayah Tambaksari tidak memadai untuk dilakukan pembangunan kolam tampung.

### Perhitungan Volume *Long Storage*

Diketahui :

$$Q \text{ pompa} = 0,6 \text{ m}^3/\text{det (direncanakan)}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tampungan} &= b \times h \times l \\ &= 4 \times 2,5 \times 204 \\ &= 2040 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Dengan tinggi jagaan} = 0,2 \text{ m (direncanakan)}$$

$$\text{Batas tinggi tampungan} = 2,5 - 0,2 = 2,3 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume yang dibatasi} &= b \times \text{tinggi tampungan} \times l \\ &= 4 \times 2,3 \times 204 \\ &= 1876,8 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan kapasitas pompa di *long storage* dapat dilihat pada tabel 4.29.

Tabel 4.29 Perhitungan kapasitas pompa

t	Inflow			Outflow			Vol Akhir	Batas vol	ket.	Tinggi Air	Batas tinggi	ket.
	Q	Vol	Vol komulatif	Q	Vol	Vol komulatif						
(min)	(m3/dt)	(m3)	(m3)	(m3/dt)	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)		(m)	(m)	
0	0	0	0	0	0	0	0.00					
10	0.17	50.750	50.750	0	0.000	0.000	50.75	1876.8	ok	0.06	2.30	ok
20	0.34	152.250	203.000	0	0.000	0.000	203.00	1876.8	ok	0.25	2.30	ok
30	0.51	253.750	456.750	0.6	180.000	180.000	276.75	1876.8	ok	0.34	2.30	ok
40	0.68	355.250	812.000	0.6	360.000	540.000	272.00	1876.8	ok	0.33	2.30	ok
50	0.85	456.750	1268.750	0.6	360.000	900.000	368.75	1876.8	ok	0.45	2.30	ok
60	1.02	558.250	1827.000	1.2	540.000	1440.000	387.00	1876.8	ok	0.47	2.30	ok
70	1.18	659.750	2486.750	1.2	720.000	2160.000	326.75	1876.8	ok	0.40	2.30	ok
80	1.35	761.250	3248.000	1.2	720.000	2880.000	368.00	1876.8	ok	0.45	2.30	ok
90	1.52	862.750	4110.750	1.2	720.000	3600.000	510.75	1876.8	ok	0.63	2.30	ok
100	1.69	964.250	5075.000	1.2	720.000	4320.000	755.00	1876.8	ok	0.93	2.30	ok
110	1.86	1065.750	6140.750	1.2	720.000	5040.000	1100.75	1876.8	ok	1.35	2.30	ok
120	2.03	1167.250	7308.000	1.8	900.000	5940.000	1368.00	1876.8	ok	1.68	2.30	ok
130	1.86	1167.250	8475.250	1.8	1080.000	7020.000	1455.25	1876.8	ok	1.78	2.30	ok
140	1.69	1065.750	9541.000	1.8	1080.000	8100.000	1441.00	1876.8	ok	1.77	2.30	ok
150	1.52	964.250	10505.250	1.8	1080.000	9180.000	1325.25	1876.8	ok	1.62	2.30	ok
160	1.35	862.750	11368.000	1.2	900.000	10080.000	1288.00	1876.8	ok	1.58	2.30	ok
170	1.18	761.250	12129.250	1.2	720.000	10800.000	1329.25	1876.8	ok	1.63	2.30	ok
180	1.02	659.750	12789.000	1.2	720.000	11520.000	1269.00	1876.8	ok	1.56	2.30	ok
190	0.85	558.250	13347.250	0.6	540.000	12060.000	1287.25	1876.8	ok	1.58	2.30	ok
200	0.68	456.750	13804.000	0.6	360.000	12420.000	1384.00	1876.8	ok	1.70	2.30	ok
210	0.51	355.250	14159.250	0.6	360.000	12780.000	1379.25	1876.8	ok	1.69	2.30	ok
220	0.34	253.750	14413.000	0	180.000	12960.000	1453.00	1876.8	ok	1.78	2.30	ok
230	0.17	152.250	14565.250	0	0.000	12960.000	1605.25	1876.8	ok	1.97	2.30	ok
240	0	50.750	14616.000	0	0.000	12960.000	1656.00	1876.8	ok	2.03	2.30	ok

Hasil perhitungan di halaman sebelumnya menunjukkan bahwa disediakan 3 pompa dengan kapasitas masing-masing  $0,6 \text{ m}^3/\text{det}$  dan waktu penyalaan yang berbeda. Ketika hujan turun, satu pompa dinyalakan pada menit ke 30 sampai menit ke 60 dinyalakan lagi satu pompa dan menit ke 120 dinyalakan lagi pompa ketiga sehingga 3 pompa menyala sampai menit ke 160, setelah itu hanya dua pompa saja yang menyala sampai menit ke 190. Kemudian satu pompa menyala sampai menit ke 210. Kemudian pompa dimatikan.

Dengan batas tinggi yang direncanakan 2,3 meter dan batas volume yang direncanakan sebesar  $1876,8 \text{ m}^3$ . Sehingga memerlukan 3 pompa dengan waktu nyala yang berbeda.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

- Penyebab terjadinya genangan/banjir di daerah Tambaksari akibat dari dimensi saluran sekunder yang tidak mampu menampung debit banjir dan terjadi endapan pada saluran.
- Saluran di Tambaksari sebagian tidak bisa menampung air pada waktu intensitas hujan maksimum dikarenakan  $Q_{eksisting} < Q_{rencana}$ . Saluran yang meluber adalah saluran sekunder 1.1 sampai saluran sekunder 1.7, saluran sekunder 2.2, saluran sekunder 2.3, saluran sekunder 3.4, saluran sekunder 3.5, saluran sekunder 5.1, saluran sekunder 5.2, saluran sekunder 5.3.
- Dilakukan redesain pada saluran yang meluber dengan dimensi lebar saluran 4 m dan tinggi saluran antara 1,4 m – 2,5 m.
- Dibangun pintu air dengan tinggi dan lebar disamakan dengan dimensi saluran sekunder (long storage) dan dipasang pompa agar jika terjadi hujan maksimum air tidak akan meluber ke sekitar saluran.
- Pada saat terjadi hujan maksimum dan long storage telah penuh, pompa dinyalakan pada menit ke 10 dan dimatikan pada menit ke 190.

#### **1.2 Saran**

- Diadakan normalisasi warga disekitar saluran sekunder.
- Pembersihan saluran yang rutin.

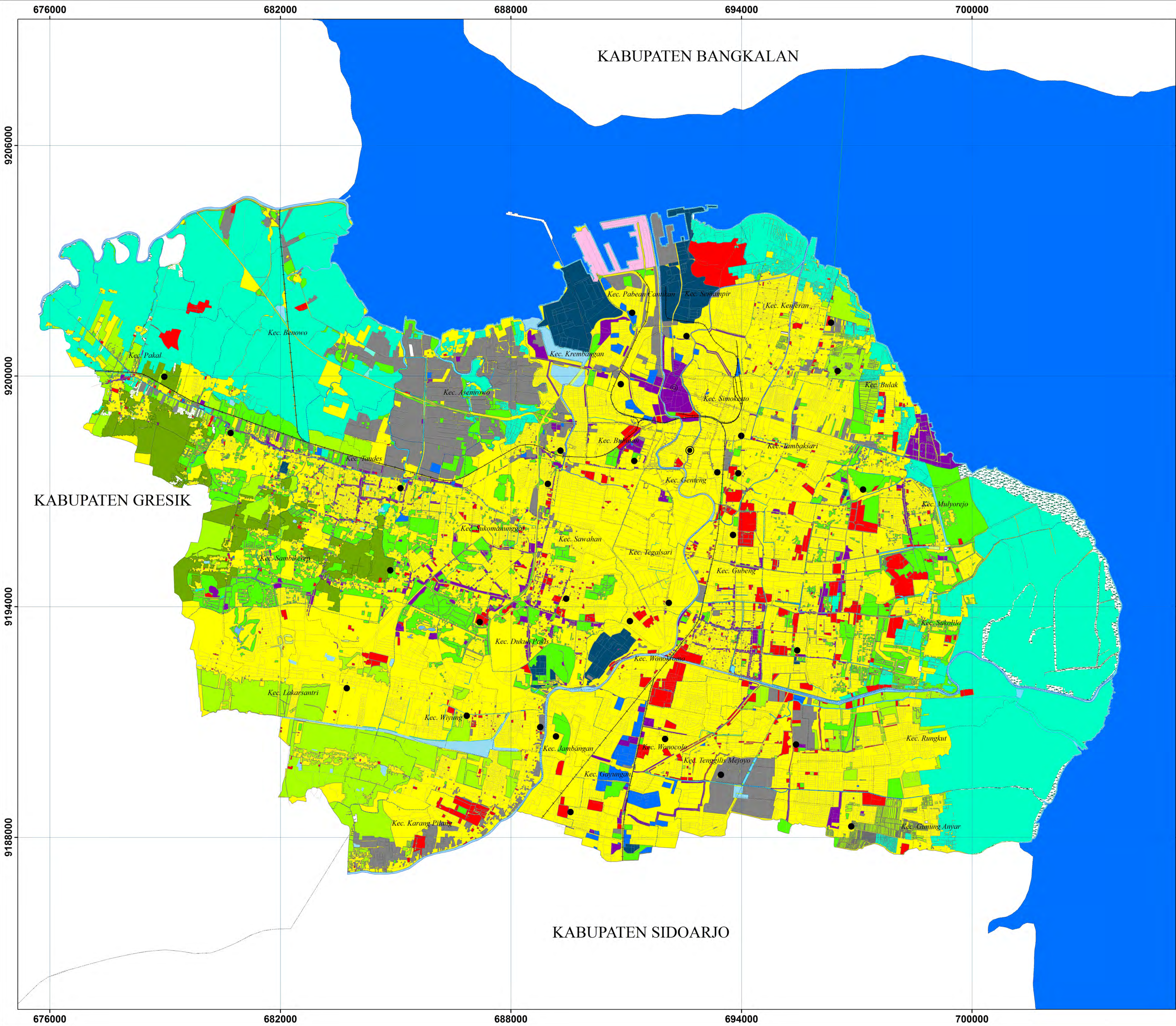
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggrahini. (1996). *Hidrolika Saluran Terbuka*. Surabaya: CV. Citra Media.
- BAPPEKO. (2018). *SDMP (Surabaya Drainage Master Plan)*. Surabaya.
- Citra, M. (2009). *Studi Sistem Drainase di Kecamatan Tambaksari*. Surabaya.
- Harto, S. (1993). *Analisis Hidrologi*. Yogyakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Loebis, J. (1984). *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Jakarta: Badan Penerbit.
- Soemarto, C. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data*. Bandung: NOVA.
- Subarkah, I. (1980). *Hidrologi untuk Bangunan Air*. Bandung: Idea Dharma.
- Suripin. (2003). *Sistem Drainase yang Berkelanjutan*. Semarang: ANDI.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”





PEMERINTAH KOTA SURABAYA

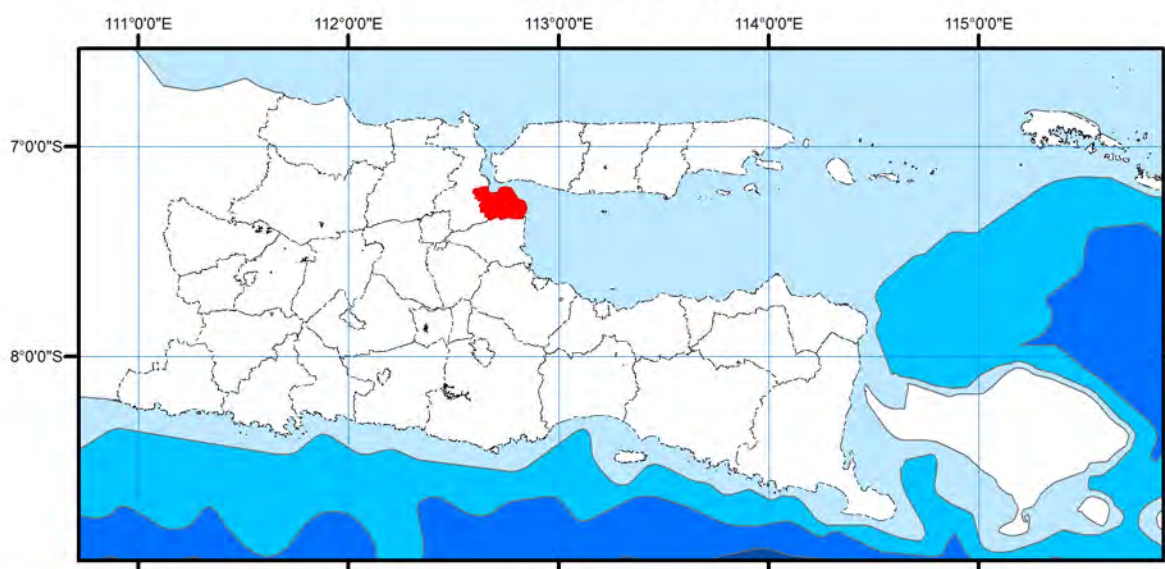
RENCANA TATA RUANG WILAYAH  
KOTA SURABAYA

PETA PENGGUNAAN LAHAN EKSISTING  
KOTA SURABAYA



Sistem Proyeksi : Universal Transverse Mercator  
Proyeksi Sistem Koordinat : WGS 84 Zone 49 S  
Datum : D\_WGS\_1984

INSET PETA



Daerah Yang Dipetakan

Legend

- Batas Provinsi
- Batas Kabupaten/kota
- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan
- Pusat Pemerintahan Provinsi
- Pusat Pemerintahan Kota
- Pusat Kecamatan
- Jalan
- Jalur KA
- Sungai
- Garis Pantai
- Danau

Penggunaan Lahan Eksisting

- |                          |               |
|--------------------------|---------------|
| Boezem                   | TPA           |
| Fasilitas Umum           | RTH           |
| Industri dan Pergudangan | Rawa          |
| Kawasan Militer          | Sawah         |
| Mangrove                 | Semak Belukar |
| Perdagangan dan Jasa     | Tegalan       |
| Kawasan Pelabuhan        | Sungai        |
| Perkantoran              | Tambak        |
| Permukiman               | Terminal      |

Sumber :  
- Sebagai Peta Dasar adalah Peta Rupa Bumi Indonesia skala 1 : 25.000 yang diterbitkan oleh BAKOSURTANAL, yang dikompilasikan dengan CITRA IKONOS tahun 2009  
- Hasil Kajian Tim Teknis RTRW Kota Surabaya Tahun 2009

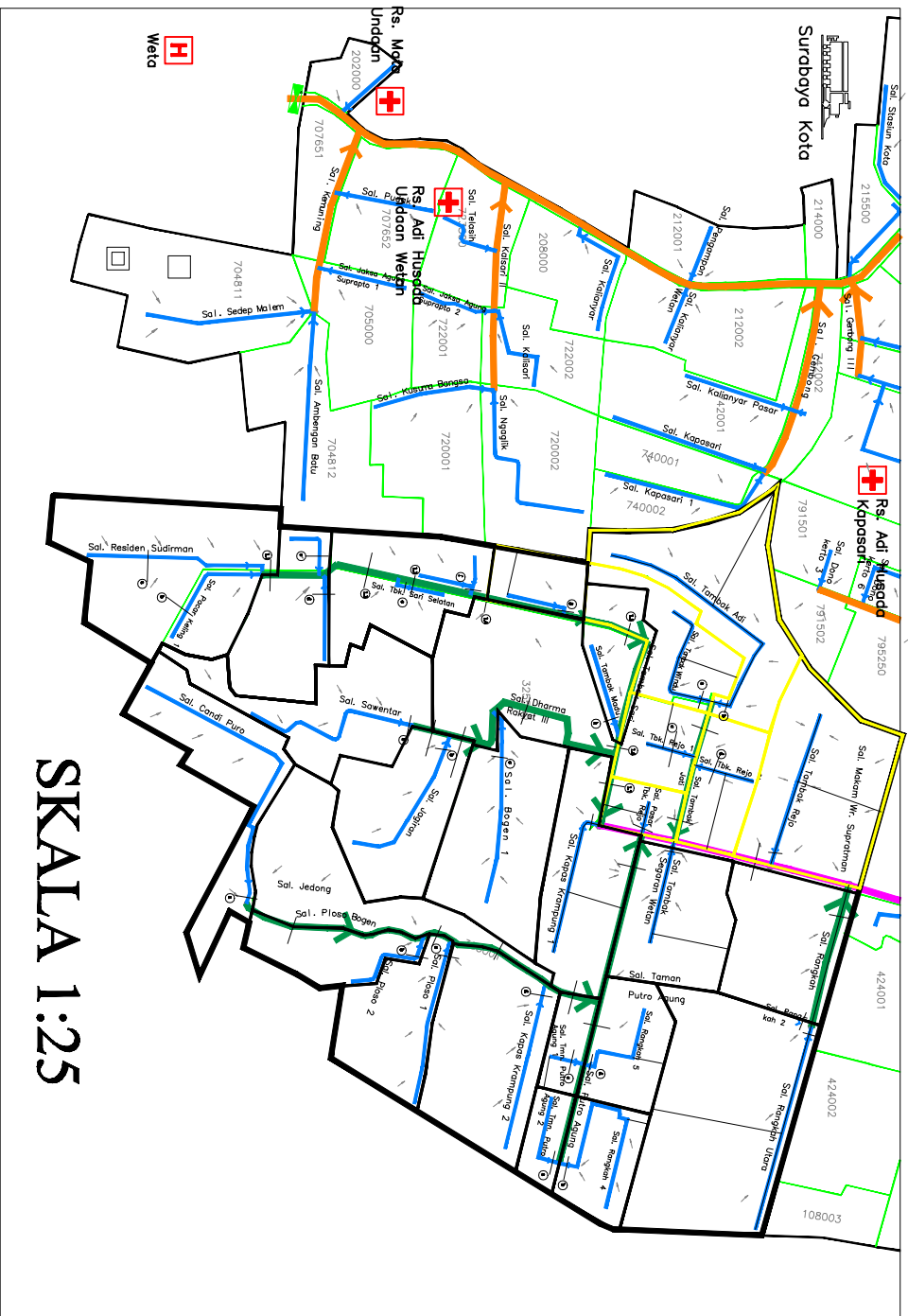
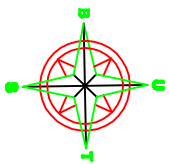
Catatan:  
Batas Administrasi (Batas Propinsi, Batas Kota/Kab, dan Batas Kecamatan) Merupakan Batas Indikatif

LAMPIRAN:  
PERATURAN DAERAH KOTA SURABAYA  
NOMOR                   TAHUN  
TENTANG  
RENCANA TATA RUANG WILAYAH KOTA SURABAYA

WALIKOTA SURABAYA

Ir. Tri Rismaharini, MT.

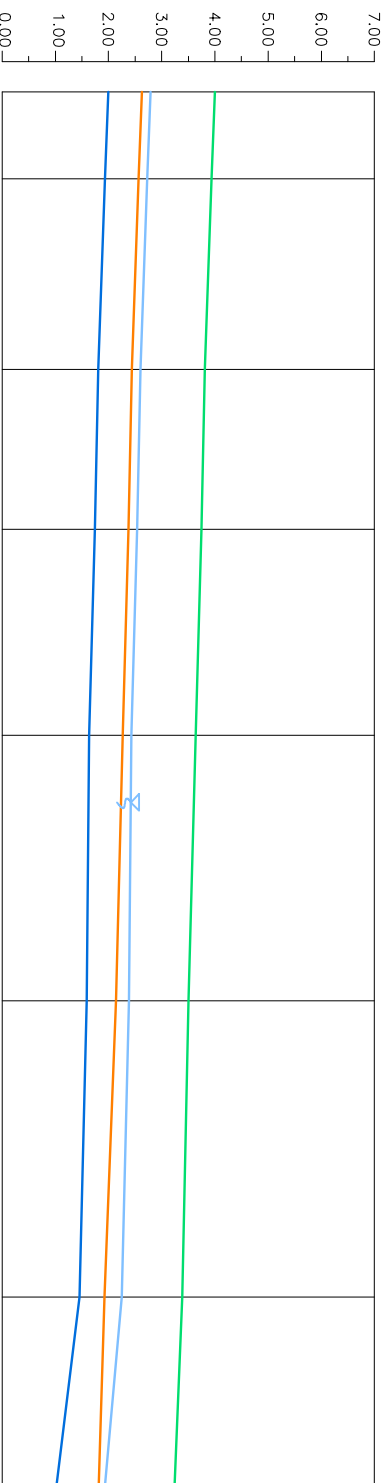






SKALA 1:25

Lampiran 1		Judul Gambar	
	DIPLOMA III TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTRUMEN KENDALI INSTRUMEN KENDALI SURABAYA 2016	SDMP KEC. TAMBAKSARI	
		Disusun Pembimbing	
		Mahasiswa	
		Judul Proyek Akhir	
		PERENCANAAN SISTEM BAWAHAN SALURAN SEKUNDER TAMBAKSARI KOTA SURABAYA	



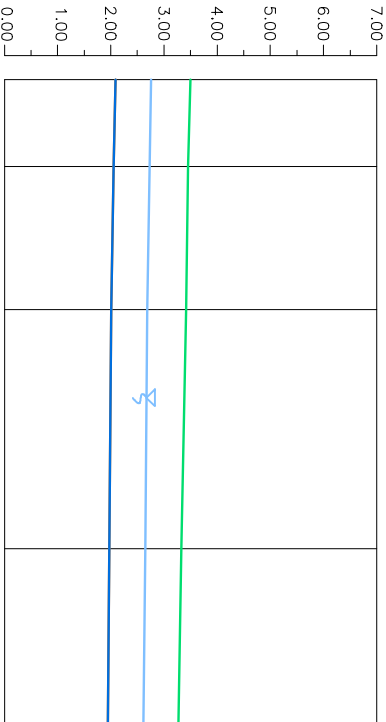


NOMOR PATOK		0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7
JARAK ANTAR PATOK (m)		73	202	178	200	282	322	204	
JARAK KOMULATIF (m)		0	73	275	453	653	945	1267	1471
ELEVASI TANGGUL KIRI KANAN (m)									
		4.00	3.97	3.87	3.75	3.68	3.55	3.43	3.32
ELEVASI DASAR (m)									
		2.80	2.57	2.47	2.35	2.28	2.15	1.83	1.72
ELEVASI MUKA AIR (m)									
			2.70	2.57	2.45	2.38	2.25	2.13	1.82
ELEVASI DASAR (m)									
			2.00	1.87	1.75	1.68	1.55	1.43	0.82
RENCANA									
DIMENSI		Q = 16.817 m <sup>3</sup> /det B = 4 m H = 2 m I = 0.0004 V = 2.102 m/det		Q = 16.817 m <sup>3</sup> /det B = 4 m H = 2 m I = 0.0004 V = 2.102 m/det		Q = 16.817 m <sup>3</sup> /det B = 4 m H = 2 m I = 0.0004 V = 2.102 m/det		Q = 16.817 m <sup>3</sup> /det B = 4 m H = 2 m I = 0.0004 V = 2.102 m/det	
		Q = 16.817 m <sup>3</sup> /det B = 4 m H = 2 m I = 0.0004 V = 2.102 m/det		Q = 16.817 m <sup>3</sup> /det B = 4 m H = 2 m I = 0.0004 V = 2.102 m/det		Q = 16.817 m <sup>3</sup> /det B = 4 m H = 2 m I = 0.0004 V = 2.102 m/det		Q = 22.550 m <sup>3</sup> /det B = 4 m H = 2.5 m I = 0.0004 V = 2.265 m/det	

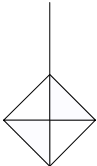
POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER 1 TAMBAKSARI






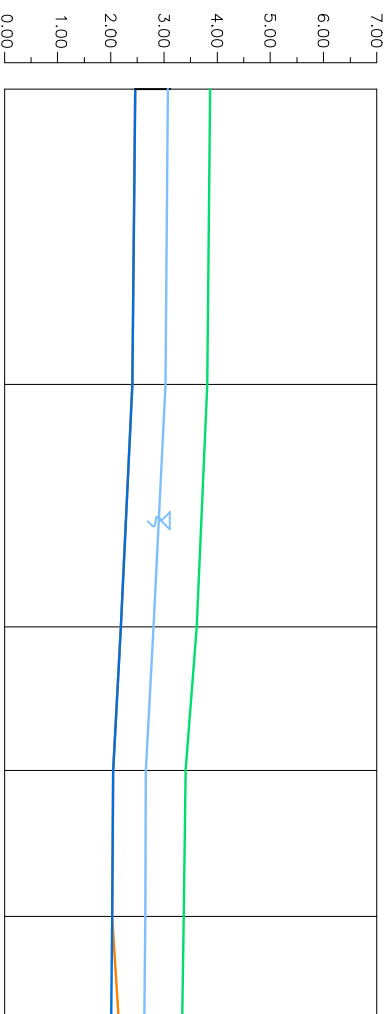


NOMOR PATOK	0      2.1      2.2      2.3      2.4				
	Jarak Antar Patok (m)	50	105	298	204
EKSISTING					
Jarak Komalatif (m)	0	50	155	453	657
Elevasi Tangul Kiri Kanan (m)	3.5	3.46	3.41	3.36	3.33
Elevasi Dasar (m)	2.10	2.06	2.01	1.96	1.93
RENCANA					
Elevasi Muka Air (m)	2.80	2.76	2.71	2.66	2.63
Elevasi Dasar (m)	2.10	2.06	2.01	1.96	1.93
Dimensi	<div>Q = 7.102 m³/detik B = 4 m H = 1.4 m I = 0.0002 V = 1.283 m/detik</div> <div>Q = 7.102 m³/detik B = 4 m H = 1.4 m I = 0.0002 V = 1.283 m/detik</div> <div>Q = 7.102 m³/detik B = 4 m H = 1.4 m I = 0.0002 V = 1.283 m/detik</div> <div>Q = 7.102 m³/detik B = 4 m H = 1.4 m I = 0.0002 V = 1.283 m/detik</div>				



POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER 2 TABAKSARI

Lampiran 4		Judul Gambar	
<div><p>DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTRUMEN KENDALI INSTRUMEN KENDALI SURABAYA 2016</p></div>		Potongan Memanjang saluran Sekunder	
Judul Proyek Akhir			
PERENCANAAN SISTEM BAWAHAN SALURAN SEKUNDER TABAKSARI KOTA SURABAYA			
<div><div>Disusun</div><div><b>Dia. Ayu Budiningsih, APT</b> NIP.10011210011001</div></div>		<div><div>Pembimbing</div><div><b>Yuliz Guntari, S</b> NIP.211200120</div></div>	



NOMOR PATOK		0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
JARAK ANTAR PATOK (m)		282	228	181	187	67	
JARAK KUMULATIF (m)	0	282	557	738	925	992	
ELEVASI TANJAL KIRI KAWAH (m)	3.86	3.8	3.6	3.45	3.43	3.42	
ELEVASI DASAR (m)	2.46	2.4	2.2	2.05	2.03	2.22	
ELEVASI MULKA AIR (m)	3.16	3.1	2.9	2.75	2.73	2.72	
ELEVASI DASAR (m)	2.46	2.4	2.2	2.05	2.03	2.02	
DIMENSI		Q = 7.065 m <sup>3</sup> /det B = 3 m H = 1.4 m I = 0.0004 V = 1.880 m/det					
		Q = 7.280 m <sup>3</sup> /det B = 3 m H = 1.4 m I = 0.0004 V = 1.880 m/det					
		Q = 7.280 m <sup>3</sup> /det B = 3 m H = 1.4 m I = 0.0004 V = 1.880 m/det					
		Q = 7.280 m <sup>3</sup> /det B = 3 m H = 1.4 m I = 0.0004 V = 1.880 m/det					
		Q = 7.280 m <sup>3</sup> /det B = 3 m H = 1.4 m I = 0.0004 V = 1.880 m/det					
		Q = 7.280 m <sup>3</sup> /det B = 3 m H = 1.4 m I = 0.0004 V = 1.880 m/det					

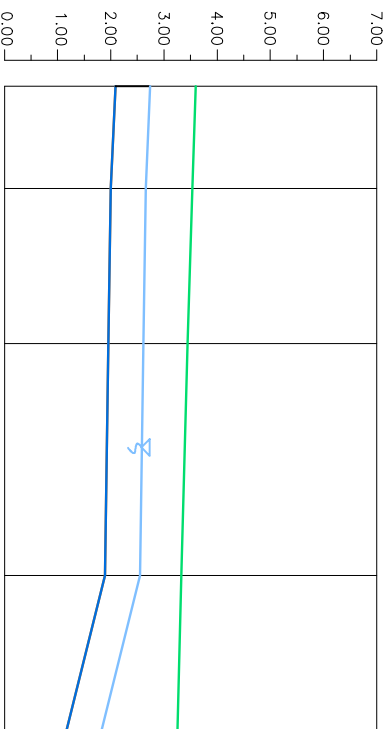
POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER 3 TAMBAKSARI



Lampiran 5		Judul Gambar	
PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SALURAN SEKUNDER TAMBAKSARI KOTA SURABAYA		Potongan Memanjang saluran Sekunder	
	Judul Proyek Akhir	Disusun Oleh	
		Fakultas	
		Mahasiswa	
		Mahasiswa	

Disusun Oleh

Mahasiswa

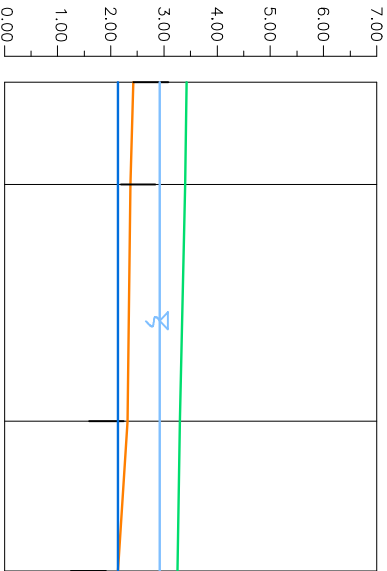


NOMOR PATOK		0	4.1	4.2	4.3	4.4
Jarak Antar Patok (m)		150	202	276	208	
Jarak Kumulatif (m)		0	150	352	628	836
Elevasi Tanggul Kiri Kanan (m)		3.6	3.53	3.46	3.38	3.25
Elevasi Dasar (m)		2.10	2.03	1.96	1.88	1.25
Elevasi Muka Air (m)		2.80	2.73	2.66	2.58	1.95
Elevasi Dasar (m)		2.10	2.03	1.96	1.88	1.25
Dimensi		Q = 4.915 m <sup>3</sup> /det B = 3.5 m H = 1.5 m I = 0.0005 V = 0.819 m/det	Q = 4.238 m <sup>3</sup> /det B = 3.5 m H = 1.5 m I = 0.0003 V = 0.778 m/det	Q = 3.874 m <sup>3</sup> /det B = 3.5 m H = 1.5 m I = 0.0003 V = 0.846 m/det	Q = 8.735 m <sup>3</sup> /det B = 4 m H = 2 m I = 0.0008 V = 1.082 m/det	




POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER 4 TAMBAKSARI

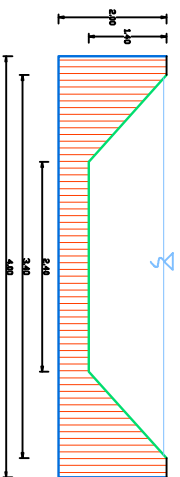
Lampiran 6		Judul Gambar	
<p>DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTRUMEN KAWASAN INSTRUMEN SEPULUH NOPEM SURABAYA</p>		Potongan Memanjang saluran Sekunder	
Judul Proyek Akhir		Pembimbing	
PERENCANAAN SISTEM BAYANASE SALURAN SEKUNDER TAMBAKSARI KOTA SURABAYA		Mahasiswa	
		<p><b>Dr. Riky Gusmaning M.T</b> NIP. 196312 1991 1 001</p>	
		<p><b>Riky Gusmaning M.T</b> NIP. 2012 09 126</p>	



NOMOR PATOK		0	5.1	5.2	5.3
JARAK ANTAR PATOK (m)		77	168	115	
JARAK KUMULATIF (m)		0	77	243	358
ELEVASI TANGGUL KIRI KAWAN (m)		3.42	3.4	3.34	3.3
ELEVASI DASAR (m)		2.42	2.4	2.34	2.1
ELEVASI MULYA AIR (m)		3.12	2.9	2.84	2.80
ELEVASI DASAR (m)		2.42	2.2	2.14	2.1
RENCANA					
DIWENSI		Q = 5.030 m³/detik B = 3 m H = 1.2 m I = 0.0003 V = 1.587 m/detik	Q = 8.089 m³/detik B = 3 m H = 1.2 m I = 0.0003 V = 1.587 m/detik	Q = 8.089 m³/detik B = 3 m H = 1.2 m I = 0.0003 V = 1.587 m/detik	

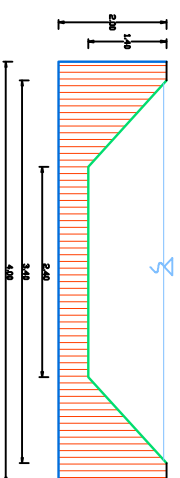
POTONGAN MEMANJANG SALURAN SEKUNDER 5 TAMBAKSARI

Lampiran 7		Judul Gambar	
	DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTRUMEN KAWASAN SARABAYA 2016	Potongan Memanjang saluran Sekunder	
	Judul Proyek Akhir	Dosen Pembimbing	Mahasiswa
	PERENCANAAN SISTEM BAWAHAN SALURAN SEKUNDER TAMBAKSARI KOTA SURABAYA	<b>Dr. Riky Gunawan, M.T.</b> NIP. 196312101911001	<b>Yuliz Gunary, S.</b> NIP. 211200126



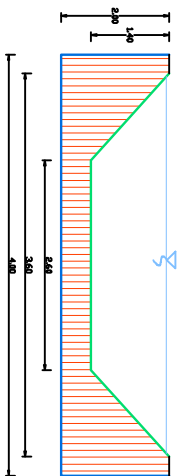
JARAK		ELEVASI	
EXISTING (m)		2.40	
RENCANA (m)		4.00	
EXISTING (m)		3.97	
DASAR EXISTING (m)		2.57	
RENCANA (m)		3.97	
DASAR RENCANA (m)		1.97	

POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 1.1 TAMBAKSALE (GERSALU)



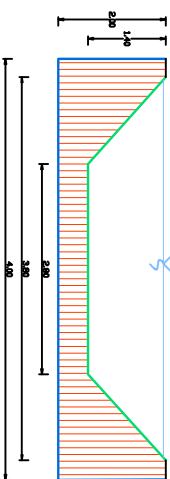
JARAK		ELEVASI	
EXISTING (m)		2.40	
RENCANA (m)		4.00	
EXISTING (m)		3.87	
DASAR EXISTING (m)		2.47	
RENCANA (m)		3.87	
DASAR RENCANA (m)		1.87	

POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 1.2 TAMBAKSALE (GERSALU)



JARAK			
EKSISTING (m)		2.80	
RENCANA (m)		4.00	
EKSISTING (m)	3.75		
DASAR EKSISTING (m)	2.35		
RENCANA (m)	3.75		
DASAR RENCANA (m)	1.75		1.75

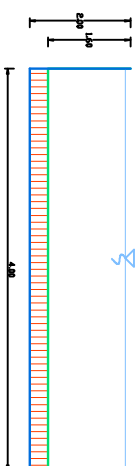
POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 1.3 TAMBAHAN (PROBESAN)



JARAK			
EKSISTING (m)		2.80	
RENCANA (m)		4.00	
EKSISTING (m)	3.68		
DASAR EKSISTING (m)	2.28		
RENCANA (m)	3.68		
DASAR RENCANA (m)	1.68		1.68

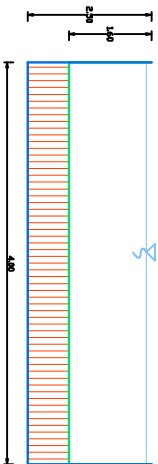
POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 1.4 TAMBAHAN (PROBESAN)

Lampiran 9		Judul Gambar	
		Potongan Melintang saluran Sekunder	
DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2016		Disusun Pembimbing	
Judul Proyek Akhir		Mahasiswa	
PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SALURAN SEKUNDER TAMBAHAN KOTA SURABAYA		No. Kary No. 15012110011001	
		No. 211200126	



JARAK		ELEVASI	
EKSTING (m)	4.00		
RENCANA (m)	4.00		
EKSTING (m)		3.43	
DASAR EKSTING (m)		1.83	
RENCANA (m)		3.43	
DASAR RENCANA (m)		1.43	

**POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 1.6 TAMBAK SARI (REDISALNY)**



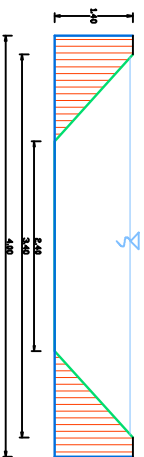
JARAK		ELEVASI	
EXISTING (m)		EXISTING (m)	
RENCANA (m)	4.00	RENCANA (m)	
EXISTING (m)	3.32	RENCANA (m)	
DASAR EXISTING (m)		DASAR RENCANA (m)	
RENCANA (m)	1.72	DASAR RENCANA (m)	
DASAR RENCANA (m)	0.82	DASAR RENCANA (m)	0.82

POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 1.7/TAMBAKSARI (BROSAID)



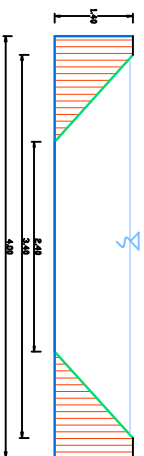
Lampiran 11		Judul Gambar	
		Potongan Melintang saluran Sekunder	
DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2016		Dosen	
Judul Proyek Akhir		Mahasiswa	
PERENCANAAN SISTEM BAYANASE SALURAN SEKUNDER TAMBAKSARI KOTA SURABAYA		No. 2020.001.001.001	
		No. 2020.001.001.001	





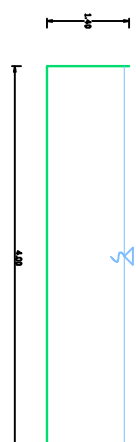
JARAK			
EKSISTING (m)		240	
RENCANA (m)		400	
EKSISTING (m)			
DASAR EKSISTING (m)			
RENCANA (m)			
DASAR RENCANA (m)			
		2.08	3.46
		2.08	3.46

POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 2.1 TAMBAHAN (PROPOSAL)



JARAK			
EKSISTING (m)		240	
RENCANA (m)		400	
EKSISTING (m)			
DASAR EKSISTING (m)			
RENCANA (m)			
DASAR RENCANA (m)			
		2.01	3.41
		2.01	3.41

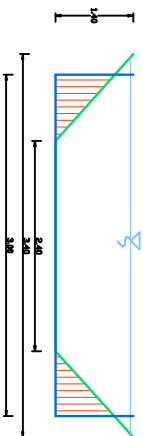
POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 2.2 TAMBAHAN (PROPOSAL)



JARAK		ELEVASI	
EKISTING (m)			
RENCANA (m)	4.00		
3.33			
1.93			
3.33			
1.23			

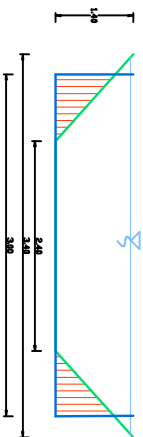
**POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 2.4 TAMBAKSARI**

<p>Lampiran 13</p>	<p>Judul Gambar</p>	
	<p>Potongan Melintang saluran Sekunder</p>	<p>Jenis Jaringan</p>
	<p>Pembimbing</p>	<p>Mahasiswa</p>




JARAK		ELEVASI	
EKSISTING (m)		2.40	
RENCANA (m)	3.00		
EKSISTING (m)		3.80	
DASAR EKSISTING (m)		2.40	
RENCANA (m)		3.80	
DASAR RENCANA (m)		2.40	

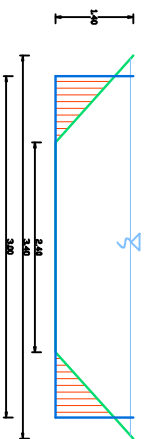
FOTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 3.1 TAMBAKSAKAI (PROBESAN)



JARAK		ELEVASI	
EKSISTING (m)		2.40	
RENCANA (m)	3.00		
EKSISTING (m)		3.80	
DASAR EKSISTING (m)		2.20	
RENCANA (m)		3.80	
DASAR RENCANA (m)		2.20	

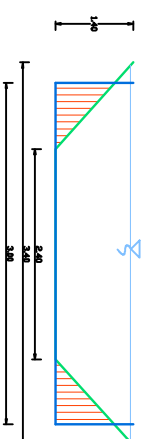
FOTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 3.2 TAMBAKSAKAI (PROBESAN)

Lampiran 14		Judul Gambar	
 DIPLOMA III TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTRUMEN KAWASAN INSTRUMEN TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2016		Potongan Melintang saluran Sekunder	
Judul Proyek Akhir		Pembimbing	
PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SALURAN SEKUNDER TAMBAKSAKAI KOTA SURABAYA		Mahasiswa	
In. Kiky Guntawan, M.T. NID: 19901210199011001		NID: 211200120	




JARAK			
EXISTING (m)		2.40	
RENCANA (m)		3.00	
ELEVASI			
EXISTING (m)		3.45	
DASAR EXISTING (m)		2.05	
RENCANA (m)		3.46	
DASAR RENCANA (m)		2.05	

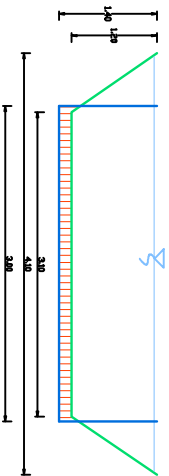
**POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 3.3 TAMBAKSAH (REDESAIN)**



JARAK			
EXISTING (m)		2.40	
RENCANA (m)		3.00	
ELEVASI			
EXISTING (m)		3.43	
DASAR EXISTING (m)		2.03	
RENCANA (m)		3.43	
DASAR RENCANA (m)		2.03	

**POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 3.4 TAMBAKSAH (REDESAIN)**


Lampiran 15		Judul Gambar	
 <p>DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</p>		Potongan Melintang saluran Sekunder	
Judul Proyek Akhir		Disusun Oleh	
PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SALURAN SEKUNDER TAMBAKSAH KOTA SURABAYA		Pembimbing	
		Mahasiswa	
		<p><b>Dr. Kiky Guntawan, M.T.</b> NIP. 19631215 1991 1 001</p> <p><b>Ryker Guntan, S.</b> NIM. 2112 001 125</p>	

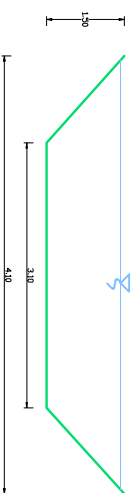


JARAK		ELEVASI	
EKSISTING (m)			
RENCANA (m)	3.10		
EKSISTING (m)	3.42		
DASAR EKSISTING (m)		2.22	
RENCANA (m)		3.42	
DASAR RENCANA (m)		2.02	2.02

POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 3.5 TAMBAKREKRE (REDESAIN)

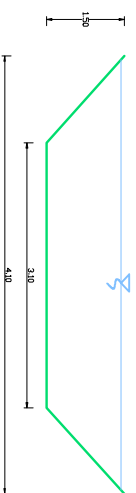


Lampiran 16		Judul Gambar	
 DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTRUMEN KECERDASAN SARANA SURABAYA 2016		Potongan Melintang saluran Sekunder	
Judul Proyek Akhir		Dosen	Mahasiswa
PERENCANAAN SISTEM BAYANASE SALURAN SEKUNDER TAMBAKREKRE KOTA SURABAYA		Pembimbing	
		<b>Dr. Riky Gunawan, M.T.</b> NIP. 19631215 1991 1 001	<b>Riky Gunawan, S</b> NIM. 211200126



JARAK		ELEVASI	
RENCANA (m)	EKSISTING (m)	RENCANA (m)	EKSISTING (m)
0.50	-	3.53	2.03
3.10	-	-	-
0.50	-	-	3.53

POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 4.1 TAMBAKSARI



JARAK		ELEVASI	
RENCANA (m)	EKSISTING (m)	RENCANA (m)	EKSISTING (m)
0.50	-	3.46	1.96
3.10	-	-	-
0.50	-	-	3.46

POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 4.2 TAMBAKSARI

Lampiran 17

Judul Gambar

DIRJEN III TEKNIK SIPIL,  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN  
INSTRUMEN KAWASAN  
TEKNOLOGI SEPULUH  
NOPEMBER  
SURABAYA  
2016

Judul Proyek Akhir

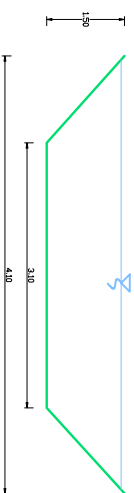
PERENCANAAN SISTEM BAYANASE SALURAN SEKUNDER  
TAMBAKSARI KOTA SURABAYA

Dosen Pembimbing

**Dr. Rasya Guntawan, M.T.**  
NOMOR 15011210011001

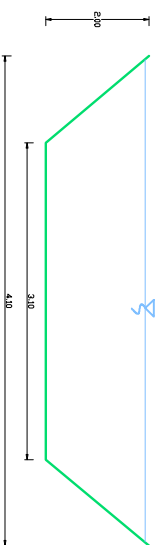
Mahasiswa

**Rajha Guntara, S**  
NOMOR 2112100126



JARAK		ELEVASI	
RENCANA (m)	0.50	RENCANA (m)	-
EKSISTING (m)	-	EKSISTING (m)	3.38
RENCANA (m)	-	RENCANA (m)	-

POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 4.3 TAMBAKSARI



JARAK		ELEVASI	
RENCANA (m)	0.50	RENCANA (m)	-
EKSISTING (m)	-	EKSISTING (m)	3.25
RENCANA (m)	-	RENCANA (m)	-

POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 4.4 TAMBAKSARI

Lampiran 18

Judul Gambar

DIPLOMA III TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN  
INSTRUMEN KAWASAN  
INSTRUMEN KAWASAN  
SURABAYA

Judul Proyek Akhir

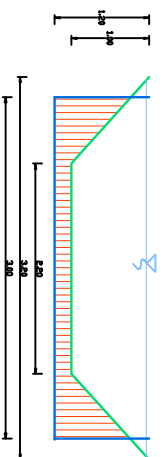
PENENCANAAN SISTEM BAYANASE SALURAN SEKUNDER  
TAMBAKSARI KOTA SURABAYA

Dosen Pembimbing

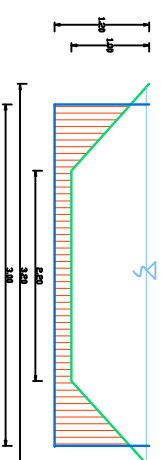
**Dr. Riky Gunawan, M.T.**  
NIP. 196312101991 1 001

Mahasiswa

**Riky Gunawan, S.T.**  
NIM. 211200126



JARAK		ELEVASI	
EGSISTING (m)		2.20	
RENCANA (m)	3.00		
EGSISTING (m)		3.40	
DASAR EKSISTING (m)		2.40	
RENCANA (m)		3.40	
DASAR RENCANA (m)		2.20	2.20



JARAK		ELEVASI	
EKSISTING (m)			2.20
RENCANA (m)			3.00
EKSISTING (m)	3.34		3.34
DASAR EKSISTING (m)	2.34		2.34
RENCANA (m)	3.34		3.34
DASAR RENCANA (m)	2.14		2.14

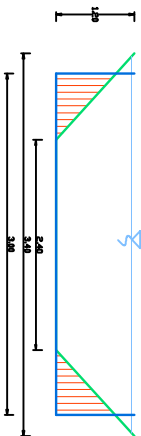
**POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 3.1 TAMBAK SABI (PROBESALAN)**



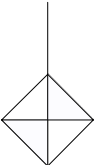
## POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 3.2 TAMBAKARI (PROBANT)







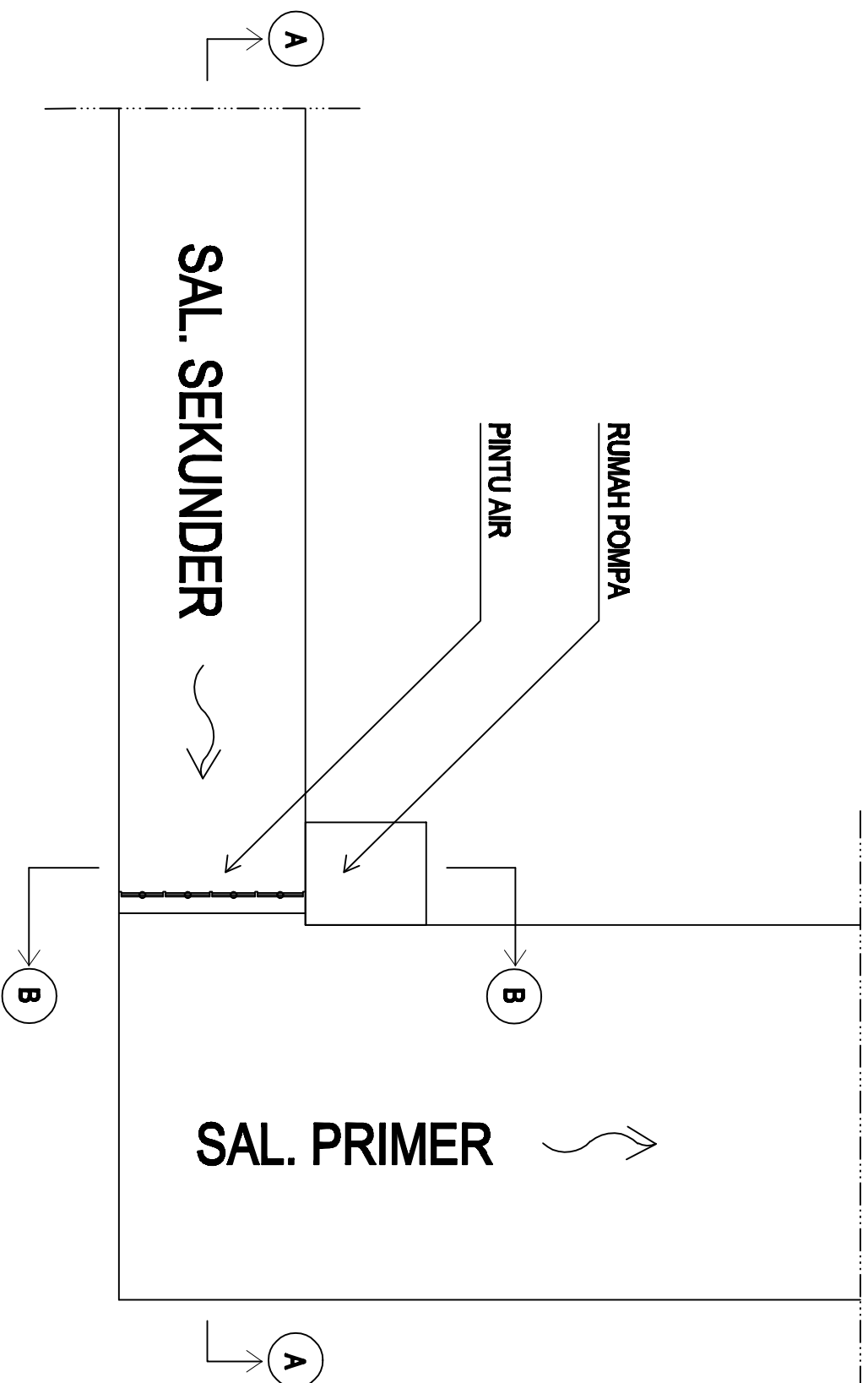
JARAK			
EKSTING (m)		2.40	
RENCANA (m)		3.00	
ELEVASI			
EKSTING (m)		3.30	
DASAR EKSTING (m)		2.10	
RENCANA (m)		3.30	
DASAR RENCANA (m)		2.10	




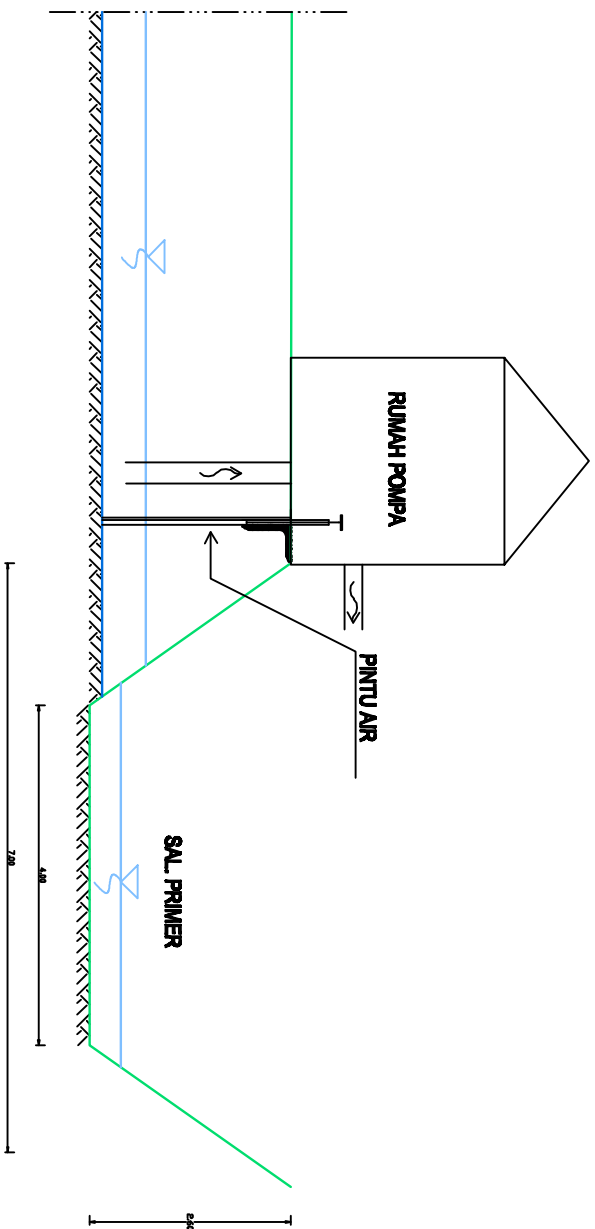
POTONGAN MELINTANG SALURAN SEKUNDER 5.3 TAMBAKASARI (REDESAIN)


Lampiran 20		Judul Gambar	
		Potongan Melintang saluran Sekunder	
DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA		Dosen	Mahasiswa
Judul Proyek Akhir		Pembimbing	
PERENCANAAN SISTEM BAYANASE SALURAN SEKUNDER TAMBAKASARI KOTA SURABAYA		<b>Dr. Riky Gunawan, M.T.</b> NIP. 1963121519911001	<b>Riky Gunawan, S</b> NIM. 211200126

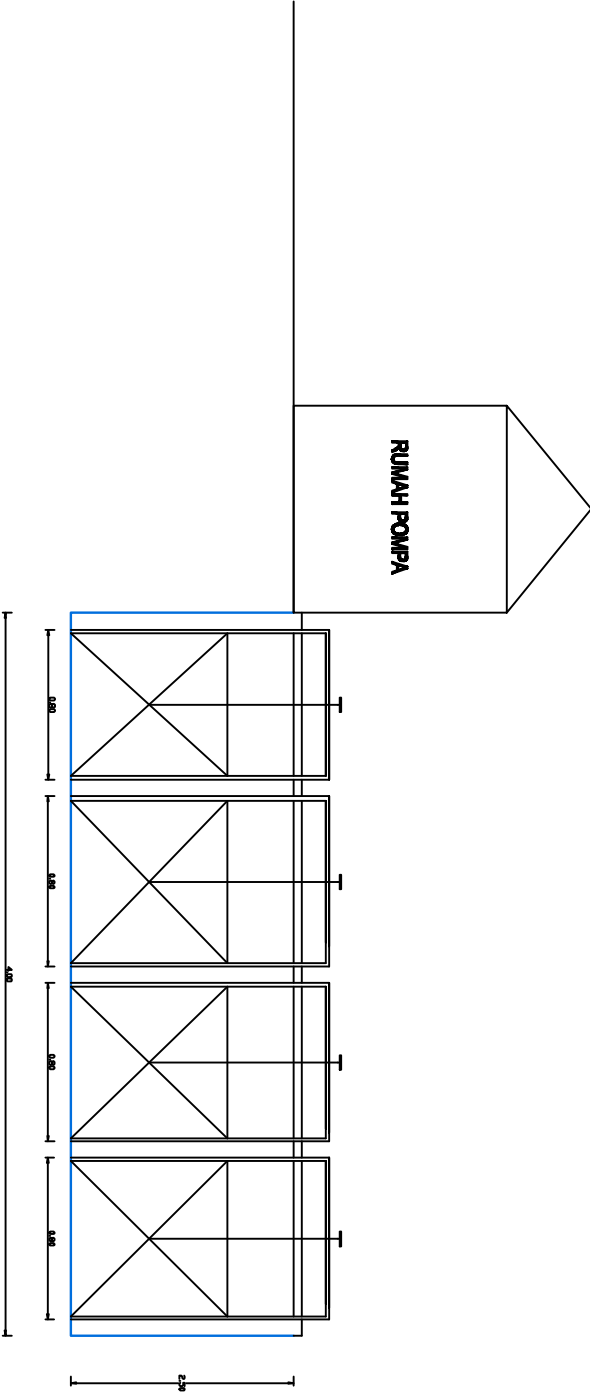





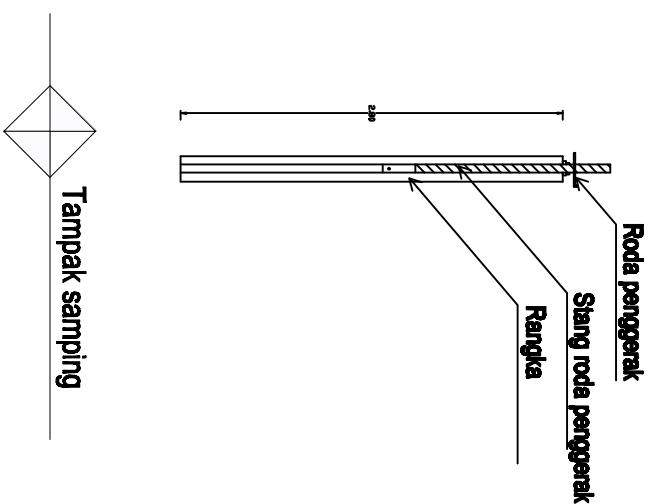
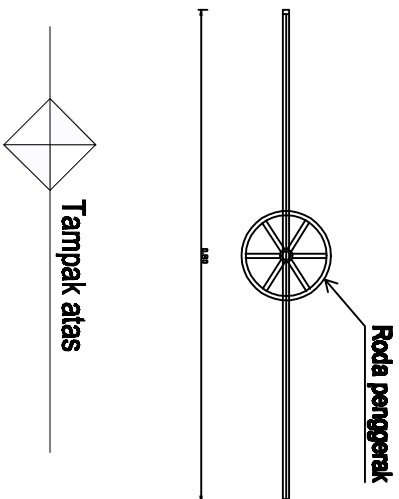
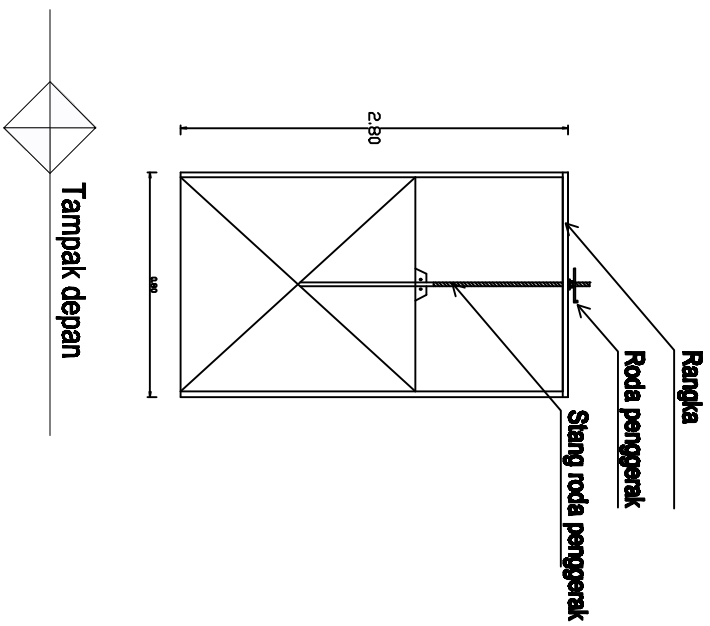
Lampiran 22		Judul Gambar	
<div><div>DIPLOMA III TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTRUMEN KAWASAN SIPIL INSTRUMEN KAWASAN SIPIL</div></div>		Denah Rumah Pompa dan Pintu Air	
Judul Proyek Akhir		Dosen Pembimbing	Mahasiswa
PERENCANAAN SISTEM BAYANASE SALURAN SEKUNDER TAMBAKSAKE KOTA SURABAYA		Dik. Rasya Guntawan, M.T. NIM: 1501121011001	Dik. Rasya Guntawan, M.T. NIM: 1501121011001




Lampiran 23		Judul Gambar	
 <p>DIPTA III TEKNIK SIPIL, FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTRUMEN KAWASAN SARABAYA 2016</p>		Potongan A-A	
Judul Proyek Akhir		Pembimbing	
PERENCANAAN SISTEM BAWAHAN SALURAN SEKUNDER TAMBAKSAKI KOTA SURABAYA		<p><b>Dr. Kiky Gunawan, M.T.</b> NIP. 19591215 1991 1 001</p>	
		Mahasiswa	
		<p><b>Ngik Gendut, S</b> NIM. 2112 001 126</p>	



Lampiran 24		Judul Gambar	
 DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTRUMEN KAWASAN INSTRUMEN KAWASAN INSTRUMEN KAWASAN SURABAYA 2016		Potongan B-B	
Judul Proyek Akhir		J dosen	Mahasiswa
PERENCANAAN SISTEM DRAINASE SALURAN SEKUNDER TAMBAKSAH KOTA SURABAYA		Pembimbing <b>Dr. Riky Gunawan, M.T.</b> NIP. 1963121519911001	Mahasiswa <b>Riky Gunawan, S.</b> NIP. 211200126



Lampiran 25		Judul Gambar	
 <p>DIPLOMA III TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA</p>		Detail Pita Air	
Judul Proyek Akhir		Pemimbing	Mahasiswa
PERENCANAAN SISTEM BAHANASE SALURAN SEKUNDER TAMBAHSARI KOTA SURABAYA		<b>Dr. Rody Gunawan, M.T.</b> NIP. 1963121019901001	<b>Ryker Gendur, S</b> NIM. 211200126

## BIODATA PENULIS



Penulis yang bernama Fajar Guntur Saketi, dilahirkan di Surabaya, pada 29 mei 1994. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK ambengan Batu 1998 – 2000, SDN Kapasari X Surabaya padatahun 2000 – 2006, SMPN 37 Surabaya tahun 2006 – 2009, dan SMAN 7 Surabaya pada tahun 2009 – 2012. Setelah lulus SMA penulis mengikuti ujian masuk Diploma Reguler ITS dan diterima di jurusan Diploma III Teknik Sipil pada tahun 2012 dan terdaftar dengan nomor NRP 3112030136.

Di jurusan Teknik Sipil ini penulis mengambil konsentrasi bidang Bangunan Air. Penulis sempat aktif di beberapa kegiatan mahasiswa meliputi seminar, pelatihan, kuliah tamu, dsb. Dan juga aktif dalam Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil. Selain itu penulis juga aktif menjadi panitia penyelenggara berbagai *event* Jurusan maupun Fakultas dan Institut, serta aktif dalam kontribusi lainnya.